



HAL
open science

Suivi de l'infestation par des oxyures chez le lémurien aux yeux turquoise Eulemur flavifrons au parc national de Sahamalaza - Ile Radama (Madagascar)

Sonia Antoine

► To cite this version:

Sonia Antoine. Suivi de l'infestation par des oxyures chez le lémurien aux yeux turquoise Eulemur flavifrons au parc national de Sahamalaza - Ile Radama (Madagascar). Médecine vétérinaire et santé animale. 2024. dumas-04780519

HAL Id: dumas-04780519

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04780519v1>

Submitted on 13 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SUIVI DE L'INFESTATION PAR DES OXYURES CHEZ LE LÉMURIEN AUX YEUX TURQUOISE *EULEMUR FLAVIFRONS* AU PARC NATIONAL DE SAHAMALAZA - ILE RADAMA (MADAGASCAR)

THESE D'EXERCICE

pour obtenir le titre de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse
par*

**ANTOINE Sonia, Rasoanavita,
Laura**

Directeur de thèse : M. Jacques GUILLOT

JURY

PRESIDENT :

M. Guillaume LE LOC'H

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

ASSESEURS :

M. Jacques GUILLOT

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de NANTES

M. Emmanuel LIENARD

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

MEMBRES INVITES :

M. Brice LEFAUX

Vétérinaire, consultant et écrivain en Conservation de la biodiversité

M. Victor NARAT

Chargé de recherche au CNRS en Eco-anthropologie

**Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

Liste des directeurs/assesseurs de thèse de doctorat vétérinaire

Directeur : Professeur Pierre SANS

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
- Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, anatomie pathologique*
- M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Pharmacologie, thérapeutique*
- M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et industrie des aliments d'origine animale*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, statistiques, modélisation*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la reproduction, endocrinologie*
- M. **GUERIN Jean-Luc**, *Aviculture et pathologie aviaire*
- Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la reproduction*
- M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour*
- Mme **TRUMEL Catherine**, *Biologie médicale animale et comparée*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- Mme **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie vétérinaire*
- Mme **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des équidés et des carnivores*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique, animaux d'élevage*
- Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et thérapeutique*
- M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation animale*
- M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, imagerie médicale*

PROFESSEURS 2^{ème} CLASSE

- Mme **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
- Mme **CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
- M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
- Mme **FERRAN Aude**, *Physiologie-Thérapeutique*
- M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **PAUL Mathilde**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles*
- M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et infectiologie*

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

- M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la reproduction*
- Mme **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale*
- M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et toxicologie*
- Mme **LALLEMAND Elodie**, *Chirurgie des équidés*
- M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et mathématiques*
- Mme **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
- Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*

MAITRES DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

- M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **BRET Lydie**, *Physique et chimie biologiques et médicales*
- Mme **BOUHSIRA Emilie**, *Parasitologie, maladies parasitaires*
- M. **CARTIAUX Benjamin**, *Anatomie, imagerie médicale*
- M. **COMBARROS Daniel**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
- Mme **DANIELS Hélène**, *Immunologie, bactériologie, pathologie infectieuse*
- Mme **DAVID Laure**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DIDIMO IMAZAKI Pedro**, *Hygiène et industrie des aliments*
- M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophthalmologie vétérinaire et comparée*
- M. **FERCHIOU Ahmed**, *Economie et gestion des entreprises vétérinaires agricoles*
- M. **FUSADE-BOYER Maxime**, *Microbiologie et infectiologie*
- M. **GAIDE Nicolas**, *Histologie, anatomie pathologique*
- Mme **GRANAT Fanny**, *Biologie médicale animale*
- Mme **JOURDAN Géraldine**, *Anesthésie, analgésie*
- M. **JOUSSERAND Nicolas**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
- M. **LE GRAVERAND Quentin**, *Alimentation animale*
- M. **LE LOC'H Guillaume**, *Médecine zoologique et santé de la faune sauvage*
- Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
- Mme **MILA Hanna**, *Elevage des carnivores domestiques*
- M. **OTAVIANO DO REGO Renato**, *Chirurgie*
- Mme **PIERRON Alix**, *Pharmacie-Toxicologie*
- M. **VERGNE Timothée**, *Santé publique vétérinaire, maladies animales réglementées*
- Mme **WASET-SZKUTA Agnès**, *Production et pathologie porcine*

INGENIEURS DE RECHERCHE

- M. **AUMANN Marcel**, *Urgences, soins intensifs*
- M. **AUVRAY Frédéric**, *Santé digestive, pathogénie et commensalisme des entérobactéries*
- M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie des ruminants*
- M. **CROVILLE Guillaume**, *Virologie et génomique cliniques*
- Mme **DIDIER Caroline**, *Anesthésie, analgésie*
- M. **DELPONT Mattias**, *Clinique Aviaire*
- Mme **DUPOUY GUIRAUTE Véronique**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- Mme **GAILLARD Elodie**, *Urgences, soins intensifs*
- Mme **GEFFRE Anne**, *Biologie médicale animale et comparée*
- Mme **GRISEZ Christelle**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
- Mme **JEUNESSE Elisabeth**, *Bonnes pratiques de laboratoire*
- Mme **LAYSSOL-LAMOUR Catherine**, *Imagerie Médicale*
- Mme **POUJADE Agnès**, *Anatomie pathologique Vétérinaire*
- Mme **PRESSANTI Charline**, *Dermatologie vétérinaire*
- M. **RAMON PORTUGAL Felipe**, *Innovations thérapeutiques et résistances*
- M. **REYNOLDS Brice**, *Médecine interne des animaux de compagnie*
- Mme **ROUCH BUCK Pétra**, *Médecine préventive*
- Mme **SAADA Chloé**, *Gestion intégrée de la santé des ruminants*

REMERCIEMENTS

A Monsieur Docteur Brice Lefaux

Vétérinaire, consultant et écrivain

Conservation de la biodiversité

Pour avoir été à l'initiative de ce projet, pour m'avoir fait confiance, et offert la possibilité de vivre une expérience unique à Madagascar. Pour sa relecture, ses explications et conseils.

A Monsieur le Docteur Guillaume Le Loch,

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Praticien hospitalier

Médecine de la faune sauvage

Pour avoir accepté la présidence de ce jury de thèse et pour ses précieux conseils.

A Monsieur le Professeur Jacques Guillot

Professeur des Universités

Parasitologie et Mycologie vétérinaire

Pour avoir accepté la direction de ce travail de thèse, et pour ses conseils dans la rédaction de ce travail.

A Monsieur le Docteur Victor Narat

Chargé de Recherche CNRS

Eco-Anthropologie

Pour avoir accepté de rejoindre le projet, pour sa relecture très attentive, ses explications et conseils.

A Monsieur de Docteur Emmanuel Liénard

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Parasitologie

Pour avoir accepté le rôle d'assesseur de ce travail de thèse, pour sa relecture attentive et ses conseils.

Sincères remerciements à tous.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Liste des abréviations | 8 |
| Liste des figures | 9 |
| Liste des tableaux | 11 |
| Introduction..... | 12 |
| I. Etude bibliographique..... | 14 |
| I. 1. Rôle des parasites au sein de l'écosystème..... | 14 |
| I. 1. A. Impact des parasites sur les populations hôtes..... | 14 |
| I. 1. B. Impact des parasites sur les relations interspécifiques..... | 15 |
| I. 1. C. Parasite et environnement..... | 16 |
| I. 1. D. Parasites internes chez les mammifères de Madagascar..... | 16 |
| I. 2. Biologie du Lémurien aux yeux turquoise <i>Eulemur Flavifrons</i> | 20 |
| I. 2. A. Généralités | 20 |
| I. 2. B. Aire de répartition | 21 |
| I. 2. C. Reproduction et développement du jeune | 21 |
| I. 2. D. Comportement alimentaire et rôle de disséminateur | 21 |
| I. 3. Les nématodes gastro-intestinaux parasites de <i>E. flavifrons</i> | 23 |
| I. 3. A. <i>Callistoura</i> sp | 23 |
| I. 3. B. <i>Lemuricola</i> sp. | 24 |
| II. Suivi de l'infestation par des oxyures chez des Lémuriens aux yeux turquoise du parc national de Sahamalaza-île Radama..... | 25 |
| II. 1. Contexte et enjeux..... | 25 |
| II. 2. Site d'étude | 26 |
| II. 2. A. La péninsule de Sahamalaza | 26 |
| II. 2. B. Forêt d'Ankarafa..... | 27 |
| II. 4. Matériel et méthodes : analyse coprologique et indice kilométrique d'abondance | 28 |
| II. 4. A. Récolte et conditionnement des échantillons | 28 |
| II. 4. B. Traitement des échantillons avant lecture..... | 30 |
| II. 4. C. Préparation et lecture à l'aide du dispositif mini-FLOTAC..... | 31 |
| II. 4. D. Méthode d'établissement d'un indice kilométrique d'abondance..... | 34 |
| II. 5. Résultats : échantillons présentant des œufs, mesures d'opg, saisonnalité et indice kilométrique de densité..... | 36 |
| II. 5. A. Informations générales sur le lot d'échantillons étudiés | 36 |
| II. 5. B. Parasites internes et saisonnalité..... | 36 |
| II. 5. C. Parasites internes et densité de population..... | 39 |
| II. 6. Discussion..... | 42 |

| | |
|---|----|
| Conclusions | 44 |
| Bibliographie | 46 |
| ANNEXE 1 - Tableau 3 : données brutes relatives à la collecte des échantillons | 49 |
| ANNEXE 2 - Tableau 4 : données brut relatives aux analyses coprologiques..... | 52 |
| ANNEXE 3 - Tableau 5 : données relatives aux indices abondance kilométriques | 55 |
| ANNEXE 4 : Autres parasites observés lors des analyses sur le terrain à l'aide du dispositif mini Flotac..... | 57 |

Liste des abréviations

AEECL = Association Européenne pour l'Etude et la Conservation des Lémuriens

GPS = Géo-Positionnement par Satellite

o.p.g = œufs par gramme de matières fécales

N = effectif total

rs = coefficient de corrélation de Spearman

p-value : valeur de probabilité

n = nombre d'œuf observés sur la partie supérieur des 2 chambres

Vtot = volume totale du FLOTAC

Vc = volume des chambres du Fill FLOTAC

m = masse de la matière fécale analysée

Liste des figures

Figure 1 : morphotype des parasites gastro-intestinaux observés lors de l'étude menée par Frederik Keine. p19

Figure 2 : photo de lémuriniens aux yeux turquoise (*E. flavifrons*) adultes, femelle à gauche et mâle à droite. p20

Figure 3 : photo d'*E. flavifrons* mâle adulte consommant des fruits de *Soreindeia madagascariensis*. p22

Figure 4 : photo d'œufs de *Callistoura sp* vus au microscope optique grossissement $\times 400$ isolés de matière fécale d'*E. flavifrons* avec la méthode mini FLOTAC. p23

Figure 5 : photo d'œufs de *Lemuricola sp.* vus au microscope optique grossissement $\times 459$ à droite et $\times 541$ à gauche, isolés de matières fécales d'*E. flavifrons* (Source : Schwitzer et al., 2010). p24

Figure 6 : carte du parc national de Sahamalaza-île Ramada représentant les deux forêts présentes sur le site, source : Hending 2022. p27

Figure 7 : carte des fragments étudiés au sein de la forêt d'Ankarafa. p28

Figure 8 : photo des différents aspects de matière fécales. p30

Figure 9 : photo du laboratoire de terrain dédié au conditionnement des échantillons de matière fécale. p31

Figure 10 : schéma du kit mini FLOTAC. p32

Figure 11 : photo du laboratoire de terrain dédié aux analyses des échantillons. p33

Figure 12 : carte de la trajectoire des itinéraires de marche de reconnaissance. p35

Figure 13 : sexe ratio des individus dont les selles ont été analysées à l'aide du dispositif mini FLOTAC. p36

Figure 14 : proportion de l'aspect des selles classé en quatre catégories pour chaque session. p37

Figure 15 : diagramme des proportions des échantillons présentant des œufs d'oxyures en fonction du genre du parasite et de la saison avec intervalle de confiance à 80%. p37

Figure 16 : moyenne d'opg sur le total d'échantillon par genre en fonction de la session avec intervalle de confiance à 80 %. p38

Figure 17 : Carte des indices d'abondance d'*E. flavifrons* par fragment dans la forêt d'Ankarafa. p40

Figure 18 : Nuage de point des proportions d'échantillons positifs en fonction de l'indice kilométrique d'abondance d'*E. flavifrons* respectif établi pour chaque fragment pour les parasites appartenant au genre *Callistoura sp.* p41

Figure 19 : Nuage de point des proportions d'échantillons positifs en fonction de l'indice kilométrique d'abondance respectif établi pour chaque fragment pour les parasites appartenant au genre *Lemuricola sp.* p41

Liste des tableaux

Tableau 1 : tableau synthétisant les informations associées à chaque échantillon. p29

Tableau 2 : données concernant l'établissement de l'indice d'abondance kilométrique pour chaque fragment de la forêt d'Ankarafa. p39

ANNEXE 1 - Tableau 3 : données brutes relatives à la collecte des échantillons. p49

ANNEXE 2 - Tableau 4 : données brut relatives aux analyses coprologiques. p52

ANNEXE 3 - Tableau 5 : données relatives aux indices d'abondance kilométriques. p55

Introduction

Le déclin de la biodiversité peut être défini comme une crise écologique qui implique l'extinction d'espèces (végétales ou animales) sur tous nos continents. Les facteurs responsables sont, par ordre décroissant : les changements d'usage des terres et de la mer ; l'exploitation directe de certains organismes ; le changement climatique ; la pollution et les espèces exotiques envahissantes. Madagascar est une île à fort taux d'endémisme et se trouve également dans une situation socioéconomique compliquée, la pression sur les écosystèmes de l'île est donc particulièrement élevée. La recherche appliquée à la conservation d'espèces en danger et la sensibilisation des générations futures à cette problématique sont des leviers d'action contre ce déclin.

Le projet Sahamalaza est un ensemble d'actions autour d'un projet scientifique dont les objectifs s'inscrivent dans une dynamique de conservation au parc national de Sahamalaza - île Radama au nord-ouest de Madagascar. Le présent manuscrit décrit la récolte des données et une partie des résultats obtenus du volet scientifique de ce projet qui consiste en un suivi de l'infestation parasitaire chez le Lémurien aux yeux turquoise (*Eulemur flavifrons*). Dans un premier temps, nous aborderons le rôle des parasites au sein des écosystèmes. Nous nous pencherons ensuite sur quelques exemples illustrant les impacts que peuvent avoir certaines caractéristiques de l'environnement des hôtes sur la biologie des parasites, en particulier à Madagascar. Suite à cette partie introductive, nous nous intéresserons au cas d'*E. flavifrons* en analysant les dernières données de suivi de l'infestation par les oxyures au sein du parc national. Étudier les parasites digestifs de cette espèce de primate nous permet d'avoir accès à des informations biologiques concernant cet écosystème riche et complexe tout en agissant de façon non-invasive sur les populations d'espèces hôtes.

L'Association Européenne pour l'Étude et la Conservation des Lémuriens (AEECL) aussi désigné sous le nom de the *Lemur Conservation Association* est un des principaux partenaires de ce projet. L'AEECL a été créée à la suite d'une collaboration entre les zoos de Mulhouse, de Sarrebruck et de Cologne, et l'Université de Strasbourg en 1989. Son but initial est alors de répondre aux besoins en matière de conservation de la biodiversité du Parc national Sahamalaza. L'enjeu d'origine est la sauvegarde du Lémurien aux yeux turquoise, dont l'espèce est actuellement classée en danger

critique d'extinction selon l'UICN. Les programmes de conservation ont permis entre autres la création d'une réserve naturelle pour protéger cette espèce, le financement des écoles primaires et la construction d'un bâtiment pour la recherche scientifique dans la péninsule de Sahamalaza. Les objectifs d'aujourd'hui sont la recherche, la protection et la restauration des écosystèmes qui forment l'habitat des espèces animales et la collaboration avec les communautés et les autorités locales pour garantir le développement durable et la conservation de la biodiversité dans la péninsule.

Diverses actions gravitent autour du projet scientifique d'étude coprologique. Le premier a été la création d'une fiche technique pour le monitoring de la ponte des tortues verte à l'attention d'un complexe hôtelier désireux de protéger le site de nidification présent sur leur terrain. Des coupes de bois ont régulièrement lieu dans la zone non-exploitable d'un point de vue légal du parc national et ce fut le cas lors de la récolte des échantillons de matières fécales. Afin de documenter au mieux ce phénomène, la rédaction d'un rapport, qui relève leur localisation et estime au plus précis possible la date de leur apparition, faisait aussi partie des missions du projet. Il a également s'agit de former les guides à l'utilisation d'un GPS de randonnée afin d'améliorer la précision des informations qu'ils recueillent quotidiennement, à savoir les emplacements des pièges de braconnier, des coupes de bois, des incendies, de la présence des lémuriers aux yeux turquoise et des lépilémons de Sahamalaza.

I. Etude bibliographique

I. 1. Rôle des parasites au sein de l'écosystème

Les parasites ont, comme toute entité d'un écosystème, un rôle à jouer au sein des équilibres qui le régissent. Ils peuvent avoir des effets importants sur l'abondance, la santé, le comportement et les systèmes sociaux des hôtes. Il est donc capitale de développer une meilleure compréhension de leur diversité naturelle et de leur biologie. Dans certaines conditions, nous verrons qu'une compréhension de l'état naturel de la santé et des parasitoses des primates peut permettre de mieux évaluer l'impact des pressions d'origine anthropogéniques (Gillespie et al.2008 ; Leendertz et al. 2006).

I. 1. A. Impact des parasites sur les populations hôtes

Les parasites peuvent être une composante des mécanismes qui mènent à la régulation de leur hôte sans pour autant être le principal facteur, comme le seraient les prédateurs. Prenons l'exemple du mouflon canadien (*Ovis canadensis*) et de ses protostrongles : les parasites détruisent une partie du tissu pulmonaire et affaiblissent les moutons, ce qui les rend plus vulnérables à la prédation. Ici, les parasites jouent un rôle de mortalité compensatoire dans l'effectif de leur hôte, ce qui signifie que la mortalité est orientée vers les individus parasités, mais qu'elle n'est pas quantitativement augmentée par la présence du parasite.

On parle de mortalité additive lorsqu'on observe une mortalité plus élevée dans une population où le parasite est présent que dans une population où le parasite est absent. L'exemple des otaries de Californie (*Zalophus californianus*) illustre bien la mortalité additive due à la présence de *Sarcocystis neurona*. Les otaries affectées montrent une dégradation musculaire progressive et sont souvent retrouvées mortes. Ce parasite, qui cause une forme de myosite sévère, entraîne donc une mortalité plus élevée dans les populations d'otaries infectées par rapport aux populations non infectées (Seguel et al., 2019).

I. 1. B. Impact des parasites sur les relations interspécifiques

Les parasites peuvent modifier les interactions entre espèces hôtes. Lorsque deux espèces hôtes en compétition dans un même écosystème sont parasitées par un même parasite, et qu'une espèce est plus sensible à cette parasitose que l'autre, deux situations peuvent se produire (Combes et al., 2018) :

- L'espèce hôte la plus sensible à cette parasitose est aussi la moins compétitive des deux espèces, et le parasite peut alors conduire peu à peu à sa disparition de l'écosystème.
- L'espèce hôte la plus sensible à cette parasitose est la plus compétitive des deux espèces hôtes, et le parasite favorise donc le maintien de l'espèce moins compétitive, contribuant ainsi à la préservation de la biodiversité au sein de cet écosystème.

Un exemple classique de l'impact des parasites sur la compétition interspécifique est celui de la compétition entre les écureuils roux (*Sciurus vulgaris*) et gris (*Sciurus carolinensis*) en Grande-Bretagne. Le parapoxvirus, transmis par les écureuils gris, est souvent mortel pour les écureuils roux, offrant ainsi un avantage compétitif aux écureuils gris, moins affectés par le virus. Même sans cette pathologie, l'écureuil gris possède un avantage compétitif sur l'écureuil roux en raison de sa plus grande adaptabilité aux habitats variés, de sa capacité à digérer une gamme d'aliments plus large, et de sa robustesse face aux changements environnementaux. Il en résulte une baisse significative des populations d'écureuils roux dans les zones où les deux espèces coexistent, modifiant ainsi la dynamique de compétition et influençant la répartition des espèces dans la région (Roberts et al., 2021).

Un exemple de compétition interspécifique influencée par un parasite, dans lequel l'espèce moins compétitive en bénéficie, concerne le tétras-lyre (*Tetrao tetrix*) et le faisan (*Phasianus colchicus*). En général, les faisans sont plus compétitifs pour les ressources. Cependant, lorsque les deux espèces sont infectées par des helminthes tels que *Trichostrongylus tenuis*, la condition physique des faisans se dégrade, entraînant une baisse de leur succès reproductif et de leur survie. En revanche, les tétras-lyre, moins affectés par ces parasites, peuvent alors exploiter les niches écologiques laissées vacantes (Hasik et al., 2023).

I. 1. C. Parasite et environnement

Les effets néfastes de la fragmentation des forêts tropicales ont été démontrés chez plusieurs groupes taxonomiques, notamment les mammifères, les oiseaux et les reptiles. En revanche, les parasites ont été moins étudiés dans ce contexte, bien qu'ils représentent environ 40 % des espèces présentes sur notre planète (Gómez & Nichols, 2013). La recherche en parasitologie tend en effet à se concentrer principalement sur les parasites affectant les animaux domestiques ou d'élevage, en raison de leur impact direct sur la santé animale et des implications économiques. Cela conduit à privilégier les parasites des animaux de rente dans des contextes agricoles, laissant ainsi des lacunes dans notre compréhension de l'écologie des parasites en milieu naturel. Néanmoins, certaines études explorent l'écologie des parasites et les effets de la fragmentation de l'habitat sur les populations hôtes. Tandis que certaines ont observé une prévalence plus élevée de parasites chez les hôtes vivant en zones perturbées et fragmentées (Gillespie & Chapman, 2006, 2008 ; Gillespie et al., 2005 ; Klaus et al., 2018), d'autres ont rapporté des taux d'infection plus élevés chez les hôtes issus d'habitats peu exploités et continus (Gay et al., 2014 ; Martínez-Mota et al., 2018).

I. 1. D. Parasites internes chez les mammifères de Madagascar

Les écosystèmes forestiers malgaches abritent une richesse exceptionnelle en espèces et sont considérés comme une réserve mondiale de biodiversité (Goodman & Benstead, 2005 ; Raik, 2011). Les forêts fragmentées de Madagascar offrent un modèle particulièrement approprié pour étudier l'impact de la fragmentation et de la dégradation de l'habitat sur les parasites. En effet, les forêts de l'île sont fortement sous pression, car la population humaine de Madagascar est passée d'environ 4 millions de personnes en 1950 à près de 28 millions en 2022 (Harper et al., 2007 ; Countrymeters, 2024). En 2014, le couvert forestier naturel avait diminué de 56 % par rapport à sa taille en 1953 ; parmi les espaces forestiers conservés, 46 % se trouvent à moins de 100 mètres d'une lisière de forêt, ce qui révèle un impact anthropique potentiellement considérable (Vieilledent et al., 2018).

Raharivololona et Ganzhorn (2009) ont mené une étude sur la diversité parasitaire du Microcèbe mignon (*Microcebus murinus*) en lien avec la fragmentation de son habitat. Basée sur des analyses coprologiques, l'étude a identifié neuf

morphotypes de parasites intestinaux, dont une espèce d'Ascarididae, une de Strongylida, *Trichuris* sp., deux espèces du genre *Lemuricola*, *Subulura* sp., deux cestodes du genre *Hymenolepis*, et un protozoaire de l'ordre des Coccidia. À l'exception des cestodes, qui nécessitent un hôte intermédiaire (insectes), tous ces parasites suivent un cycle homoxène. L'étude a montré que la diversité et l'abondance des parasites diminuaient lorsque les fragments de forêt habités par les hôtes étaient plus grands. Dans les grandes zones forestières, où les parasites étaient globalement moins présents, les lémuriens présentaient une co-infestation par les deux espèces de cestodes dans les forêts dégradées (pollution, exploitation des ressources, etc.). Ces résultats soulignent le potentiel des parasites intestinaux comme indicateurs de la qualité des habitats.

En 2019, Keine a étudié les effets des changements environnementaux d'origine anthropique sur les infections parasitaires gastro-intestinales chez quatre petits mammifères dans deux paysages de forêt sèche fragmentée dans le nord-ouest de Madagascar. Des examens coproscopiques ont été réalisés sur 1 418 échantillons fécaux provenant de 903 individus de deux espèces de Microcèbes (*Microcebus murinus* [n = 199] et *Microcebus ravelobensis* [n = 421]) et de deux espèces de rongeurs, dont une native, *Eliurus myoxinus* (n = 102), et une invasive, *Rattus rattus* (n = 181). Au total, seize morphotypes de parasites ont été détectés, comme le montre la Figure 1. Des différences de prévalence significatives entre les espèces hôtes, pour les cinq parasites les plus courants, peuvent être expliquées par la spécificité parasite-hôte ou par des différences de comportement, de régime alimentaire et d'écologie sociale des hôtes.

Dix variables écologiques liées aux hôtes et aux habitats ont été évaluées par un modèle qui s'est concentré sur les impacts significatifs sur la prévalence des parasites gastro-intestinaux les plus abondants et sur la richesse en espèces du peuplement parasitaire. Les résultats tendent à montrer que la maturation de la forêt a influencé les parasites homoxènes, augmentant la prévalence de *Lemuricola* tout en diminuant celle d'*Enterobiinae* gen. sp. La fragmentation de l'habitat et le défrichement de la végétation ont eu un effet négatif sur la prévalence des parasites à cycle hétérogène (ex. *Strongyloides* spp.) ou hétéroxène, réduisant ainsi la diversité du peuplement parasitaire. Les lisières de forêt et la dégradation des forêts modifient probablement les conditions abiotiques, ce qui peut réduire la convenance de l'habitat pour les

helminthes transmis par le sol ou nécessitant un hôte intermédiaire. La complexité des cycles de vie des parasites suggère des effets potentiellement graves et sous-estimés de la fragmentation et de la dégradation des habitats sur les réseaux écologiques impliquant des parasites.

Comme nous l'avons vu, les parasites peuvent jouer un rôle écologique essentiel en stabilisant les écosystèmes par la modulation de la dynamique des populations animales et des cycles de nutriments. Ces études soulignent ainsi l'importance de la qualité et de l'intégrité de l'habitat pour garantir la conservation (Keine et al., 2019).

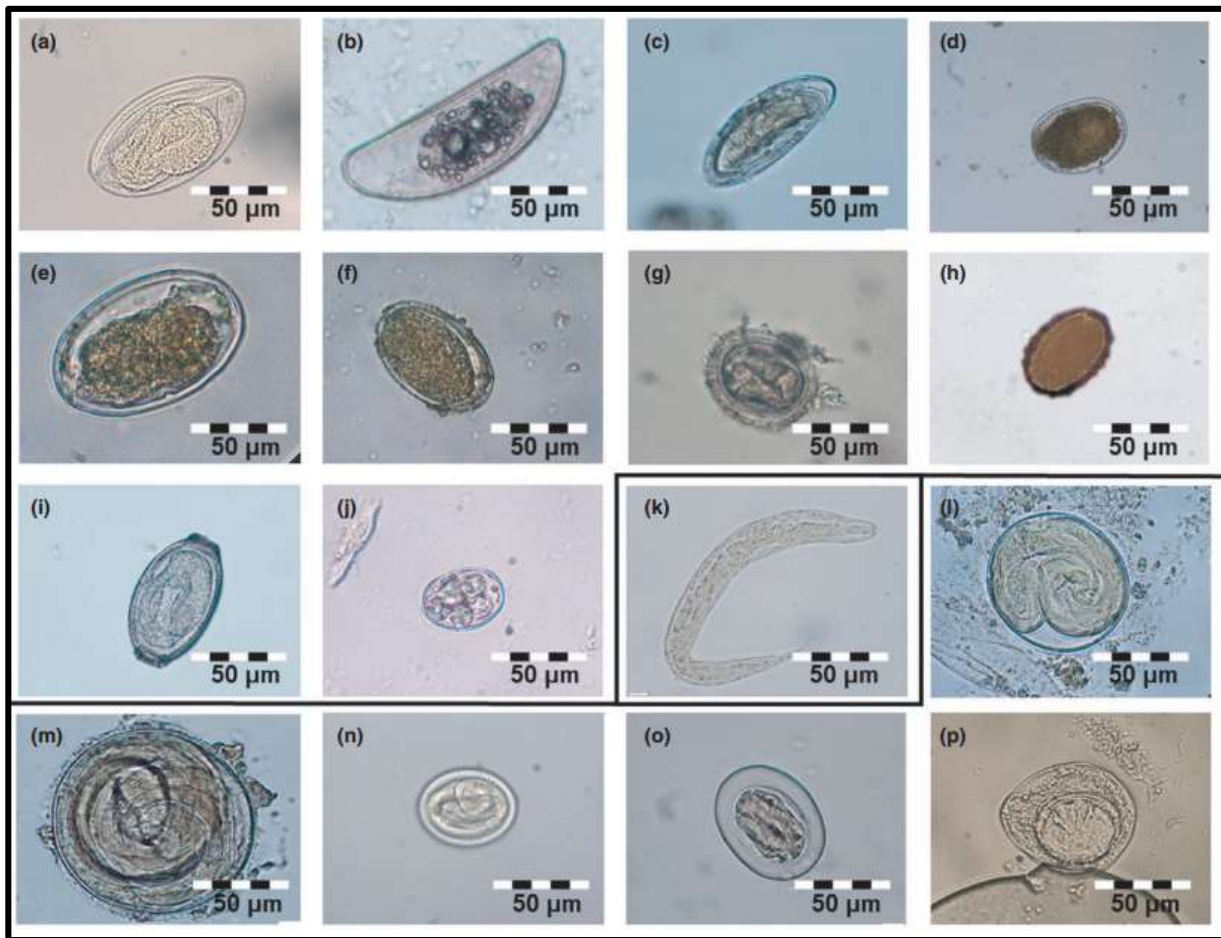


Figure 1 : morphotypes des parasites gastro-intestinaux observés lors de l'étude menée par Frederik Keine. Les hôtes excréteurs sont désignés par les abréviations suivantes : Mm = *M. murinus*; Mr = *M. ravelobensis*; Em = *E. myoxinus*; Rr = *R. rattus*. (a) Enterobiinae gen. sp.—Mm, Mr, Rr ; (b) *Lemuricola* sp.—Mm, Mr, Rr; (c) *Syphacia* sp.—Rr; (d) strongyle egg 1—Mm, Mr; (e) strongyle egg 2—Mr, Rr; (f) strongyle egg 3—Rr; (g) ascarid egg 1—Mm, Mr; (h) ascarid egg 2—Mr; (i) *Trichosomoides crassicauda*—Rr; (j) Eimeriidae gen. sp.—Mr.; (k) *Strongyloides* sp.—Mm, Mr, Rr; (l) Subuluroidea fam. gen. spp.—all host species; (m) Subuluroidea-like egg—Em, Rr; (n) spirurid egg 1—all host species; (o) spirurid egg 2—Rr; (p) *Hymenolepis* sp.—Mm, Mr; Les parasites de (a) à (j) ont un cycle homoxène, celui de l'image (k) a un cycle homoxène avec développement libre homogénique ou hétérogénique et ceux des images (l) à (p) ont un cycle de vie hétéroxène.

I. 2. Biologie du Lémurien aux yeux turquoise *Eulemur Flavifrons*

I. 2. A. Généralités

Le Lémurien aux yeux turquoise (*Eulemur flavifrons*) est uniquement présent au parc national de Sahamalaza et est classé par l'UICN en danger critique d'extinction. La destruction de son habitat par l'exploitation non durable des ressources en est responsable (bois, terrain agricole et ressources minières). La restauration et la protection de cet habitat sont donc capitales pour la conservation de cette espèce.

Le Lémurien aux yeux turquoise est un primate de l'ordre des lémuriformes appartenant à la famille des Lémuridés. Un dimorphisme sexuel au niveau du pelage permet de sexer aisément les individus, celui des femelles est roux et celui des mâle noir (figure 1). Il est un des seuls primates non-humain à avoir les yeux bleus (Mittermeier et al., 2006). Son poids varie de 1,87 à 2,04 kg (Randriatahina, 2013). Il s'agit d'un lémurien cathéméral, son activité suit un modèle bimodal avec un pic le matin et un autre au coucher du soleil selon la saison. Lorsque que la lune fournit une lumière plus intense, *E. Flavifrons* est plus actif la nuit (Schwitzer et al., 2007). Ils vivent dans des groupes généralement composés de 4 à 11 individus (Volampeno 2009). D'abord considérée comme une sous espèce du Lémur noir *Eulemur macaco* lors de sa première description en 1867, des études génétiques ont ensuite permis de la reconnaître comme espèce à part entière (Rabarivola 1998, McLain et al. 2012).



Figure 2 : photo de lémuriens aux yeux turquoise (*E. flavifrons*) adultes (femelle à gauche et mâle à droite, Sonia Antoine©)

I. 2. B. Aire de répartition

Le Lémurien aux yeux turquoise a une des répartitions les moins étendue de tous les lémuriens (Mittermeier *et al.*, 2006). Il peut être localisé dans les forêts au nord de Befotaka et au sud de Maromandia. La rivière Maevarano fait office de frontière sud à sa répartition géographique, la rivière Sandrakota de délimitation Est et les rivières de Manongarivo et d'Antsahakolana forment la frontière Nord. On le situe donc principalement dans la péninsule de Sahamalaza (Rabarivola *et al.* 1991, Andrianjakarivelo 2004, Randriatahina and Rabarivola 2004, Tinsman *et al.* 2020). La dernière évaluation de l'aire de répartition d'*Eulemur flavifrons* date de 2020 et estime sa superficie à 3,475 km² (Tinsman *et al.* 2020). Au sud de cette zone, il occupe des forêts mixtes mûres et fragmentées subtropicales tandis qu'au nord et à l'ouest, c'est dans des forêts de feuillus sèches qu'il s'est établi. Depuis 2007, une partie de cette aire de répartition a reçu le statut d'espace Naturel protégé, il s'agit du parc national de Sahamalaza – Îles Radama.

I. 2. C. Reproduction et développement du jeune

La reproduction suit un rythme saisonnier : les naissances ont lieu à la fin de la saison sèche entre août et octobre. Les femelles donnent naissance à leur premier jeune à l'âge de trois ans, avec un taux de fécondité qui, par la suite, sera d'une naissance par an. Le taux de mortalité des jeunes est d'environ 23 % dû principalement à la prédation et à des maladies. Lors de ces trois premières semaines de vie, le jeune est en permanence avec sa mère. L'ingestion des premiers aliments solides a lieu aux alentours de 10 semaines et le sevrage vers l'âge de 6 mois (Volampeno, 2009).

I. 2. D. Comportement alimentaire et rôle de disséminateur

Le lémurien aux yeux turquoise est principalement frugivore et folivore. Une étude menée sur 12 mois a montré qu'il se nourrit de 72 espèces végétales différentes (pour 52,3 % c'est le fruit qui est consommé et pour 47,7 % ce sont les feuilles). Il peut aussi être amené à consommer des fleurs, des insectes et leur sécrétion, ainsi que des champignons (Polowinsky and Schwitzer 2009). Le lémurien aux yeux turquoise permet aux espèces végétales de coloniser de nouveaux espaces. En effet, il consomme les fruits comportant des graines à un endroit donné pour ensuite émettre des selles contenant ces mêmes graines dans un autre espace. C'est particulièrement

le cas pour l'espèce végétales *Soreindeia madagascariens* dont les fruits sont abondamment consommés par cette espèce de lémurien (Volampeno 2009 ; Volampeno et. al. 2011c). On peut donc dire qu'il occupe un rôle de disséminateur qui permet de maintenir une forme de diversité au sein du couvert forestier. La saison sèche correspond à une période où l'abondance de leur nourriture est plus faible. L'aire de répartition d'un groupe donné est donc plus étendue pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies (Volampeno, 2009).

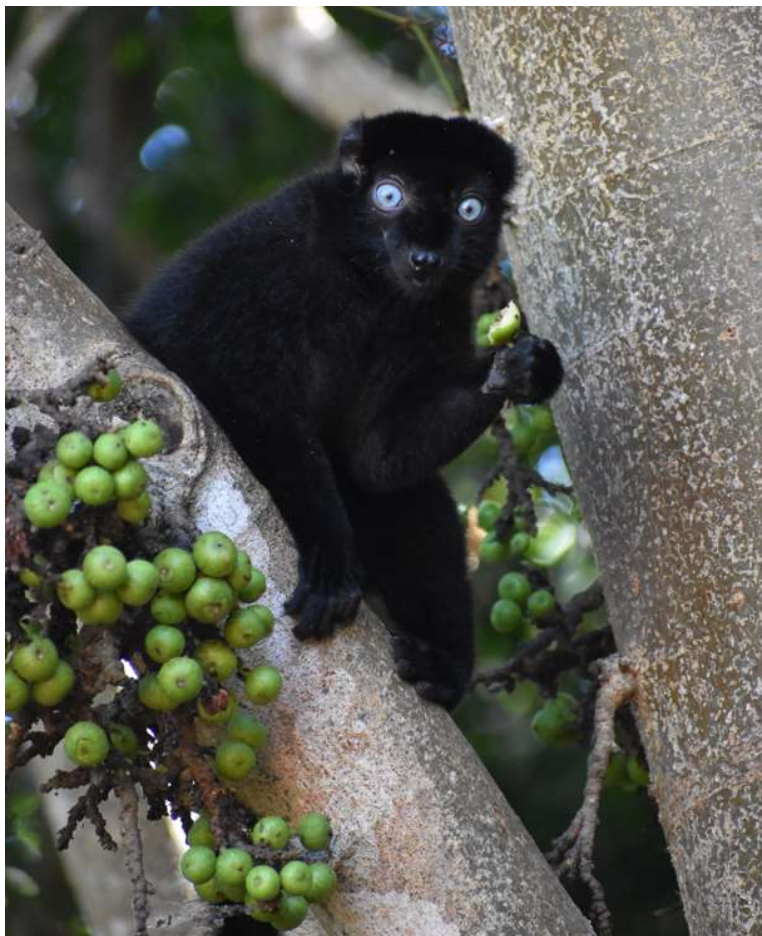


Figure 3 : photo d'*E. flavifrons* mâle adulte consommant des fruits de *Soreindeia madagascariens*. (Sonia Antoine©)

I. 3. Les nématodes gastro-intestinaux parasites de *E. flavifrons*

Les parasites internes les plus couramment rencontrés chez *E. flavifrons* sont des oxyures appartenant aux genres *Callistoura* et *Lemuricola* (Schwitzer et al. 2010).

I. 3. A. *Callistoura* sp

Les nématodes du genre *Callistoura* ont un corps cylindrique d'une longueur qui varie de 9 à 14 mm à l'âge adulte pour une largeur allant de 520 à 620 μm . Les œufs sont de forme ovale symétrique operculée comportant un embryon qui peut prendre une forme ovale allant d'un apex à l'autre ou une forme ronde au centre (figure 3). La biologie des espèces appartenant à ce genre est très peu connue. On sait que ces oxyures ont la capacité de parasiter tous les lémurien appartenant aux genres *Eulemur*, mais également les indris (*Indri indri*) (Chabaud et al. 1959). Lors d'examen nécropsique, les parasites appartenant au genre *Callistoura* sont notamment retrouvés dans l'iléon et dans le côlon des hôtes (Irwin et al. 2009).

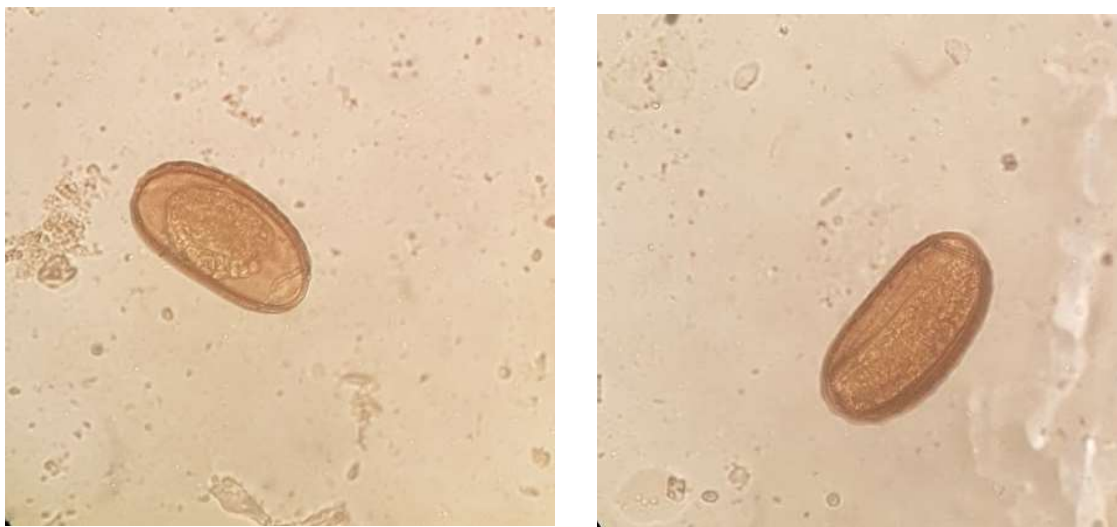


Figure 4 : œufs de *Callistoura* sp. vus au microscope optique grossissement $\times 400$ isolés de matières fécales d'*E. flavifrons* avec la méthode mini FLOTAC (Sonia Antoine©).

I. 3. B. *Lemuricola* sp.

Les adultes peuvent avoir une taille très variable allant de 1 mm à 22 mm de longueur selon les espèces. Cependant, la morphologie de la cavité buccale est une caractéristique commune chez tous les *Lemuricola*, elle est triangulaire et composée de trois lèvres de taille égale (une dorsale et 2 latéro-latérales). Chez la femelle, l'orifice génital est situé à mi-longueur, à équidistance de la bouche de l'anus. Le spectre d'hôte chez lequel on retrouve des oxyures appartenant au genre *Lemuricola* est assez large au sein des lémuriformes (Irwin & Raharison 2009). En effet, on les retrouve chez les Eulemurs, chez deux espèces de Lépilémuridés, plusieurs espèces d'Indridés mais aussi chez certains lémuriens nocturnes comme le grand Chirogale (*Cheirogaleus major*) et le Chirogale mignon (*Microcebus murinus*). La spécificité du parasite à son hôte est difficile à évaluer au vu du peu de données disponibles, mais la précédente liste d'hôtes comprend des frugivores strictes et des folivores à tendance frugivore. Le cycle parasitaire des *Lemuricola* n'a pas été étudié, mais d'après Irwin et Raharison 2009, des analogies peuvent être faites avec l'espèce *Enterobius vermicularis*, un oxyure parasite de l'humain. Chez *E. vermicularis*, le développement des œufs a lieu *in utero* et la femelle migre vers l'anus de l'hôte pour les y déposer (Anderson, 2000). Ce serait via le toilettage entre individus ou l'inspection olfactive des glandes de marquage situées en zone ano-génitale que la transmission du parasite aurait lieu. Un phénomène de rétro-infection pourrait avoir également lieu dû à l'éclosion d'une partie des œufs dans le rectum de l'hôte. C'est dans le côlon et le caecum de ses hôtes que des nématodes du genre *Lemuricola* ont été localisés lors d'autopsies de grand Chirogale et de Chirogale mignon (Irwin & Raharison 2009).

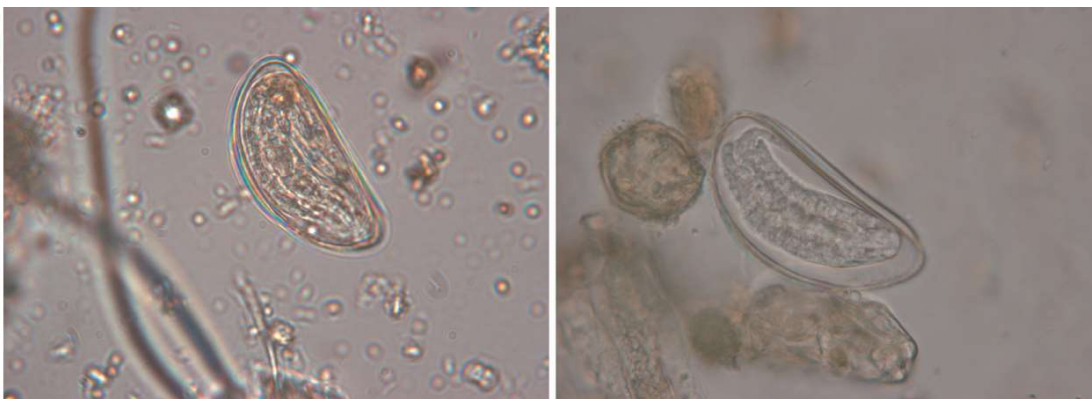


Figure 5 : photo d'œufs de *Lemuricola* sp. vus au microscope optique grossissement $\times 459$ à droite et $\times 541$ à gauche, isolés de matières fécales d'*E. flavifrons* (Source : Schwitzer et al., 2010).

II. Suivi de l'infestation par des oxyures chez des Lémuriens aux yeux turquoise du parc national de Sahamalaza-île Radama

II. 1. Contexte et enjeux

En 2004 et 2005, Nora Schwitzer rejoint les équipes de l'AEEL afin d'étudier les différences de peuplement parasitaire entre deux groupes de lémuriens aux yeux turquoise du parc national, l'un vivant dans un secteur de forêt mixte mature, l'autre dans un secteur de forêt fragmentée et dégradée. Les lémuriens vivant dans la forêt fragmentée avaient une charge parasitaire significativement plus élevée que ceux vivant dans la forêt primaire. Ceci pourrait ainsi être le reflet d'un niveau de stress et de sensibilité à l'infestation supérieure chez les lémuriens ayant un habitat fragmenté (Schwitzer et al. 2010). En 2009, une autre étude conduite par Elizabeth Maciag s'était également attachée à comparer le peuplement parasitaire de 3 espèces de primates du parc national de Sahamalaza en fonction du niveau de fragmentation de leur habitat. Les effectifs très faibles de cette étude n'ont pas permis de tirer de conclusions mais la tendance suivante a été observée : les lémuriens ayant pour habitat les secteurs de forêt fragmentée ont une plus grande diversité d'espèces de parasites présentes dans leur tube digestif (Maciag, 2010). En vue de l'actualisation de ces études, le projet présenté ici s'attachera à la récolte de nouvelles données concernant le peuplement parasitaire interne des lémuriens du Parc National de Sahamalaza. Mais rappelons-le, les parasites internes d'*E. flavifrons* sont peu étudiés et afin d'amorcer une compréhension plus fine des variations observés lors des travaux de Nora Schwitzer et Elizabeth Maciag, les données recueillies seront comparées aux indices d'abondance du Lémurien aux yeux turquoise. En effet, une diminution de surface de l'habitat entraîne l'augmentation de la densité de la population hôte, ce qui dans beaucoup de cas, augmente fortement la prévalence des parasites et ce, quel que soit leur mode de transmission (Combe et al, 2018). Cela a par exemple été observé lors d'une étude rendant compte des niveaux d'infestation par les nématodes chez des groupes de singes hurleurs à manteau. Le groupe qui avait pour habitat une zone à la superficie plus restreinte et la population la plus dense présentait les plus fortes charges parasitaires (Stoner et al. 1996).

L'étude menée par Nora Schwitzer consistait à faire des prélèvements sur une année et les résultats font état d'une infestation parasitaire plus intense et constante lors de la saison des pluies (Schwitzer et al. 2010). Toujours dans l'optique d'affiner la compréhension des facteurs qui régissent l'infestation parasitaire interne chez *E. flavifrons*, nous avons décidé de faire deux sessions de prélèvements, une lors de la saison des pluies puis une lors de la saison sèche. Aussi l'aspect des selles sur ces deux sessions sera relevé et comparé.

En somme, dans un contexte d'actualisation des données concernant les parasites internes du Lémurien aux yeux turquoise et à la recherche d'une meilleure compréhension des facteurs qui le régissent, nous avons cherché en particulier à évaluer l'impact que deux facteurs pourraient avoir sur le peuplement parasitaire interne :

- La saison : avec une partie des échantillons récoltée en fin de saison des pluies et une autre partie récoltée au cours de la saison sèche.
- L'abondance de l'espèce hôte : des données d'abondance d'*E. flavifrons* dans les différents fragments ont été récoltées et comparées aux données rendant compte de l'infestation parasitaire.

II. 2. Site d'étude

II. 2. A. La péninsule de Sahamalaza

Le parc national de Sahamalaza – Îles Radama se situe le long de la côte nord-ouest de Madagascar dans la région Sofia. Il s'étend sur une surface de 26 000 ha entre les latitudes 14°04'S–14°37'S et les longitudes 47°52'E–48°04'E (Volampeno 2009). C'est également une réserve de biosphère de l'UNESCO. Historiquement très déforestés pour l'exploitation du bois, des ressources minières et des terres (Seiler et al. 2014), deux forêts demeurent encore dans la zone protégée délimitée sur la carte ci -après : la forêt d'Anabohazo et celle d'Ankarafa. Anabohazo est un bloc de forêt continue situé au Nord-Est de la péninsule et Ankarafa est une forêt très fragmentée située à l'Ouest du parc (Hending et al. 2022). Le climat est saisonnier avec une saison chaude pluvieuse allant de novembre à mai puis une saison sèche avec des températures plus basses allant de juin à octobre.

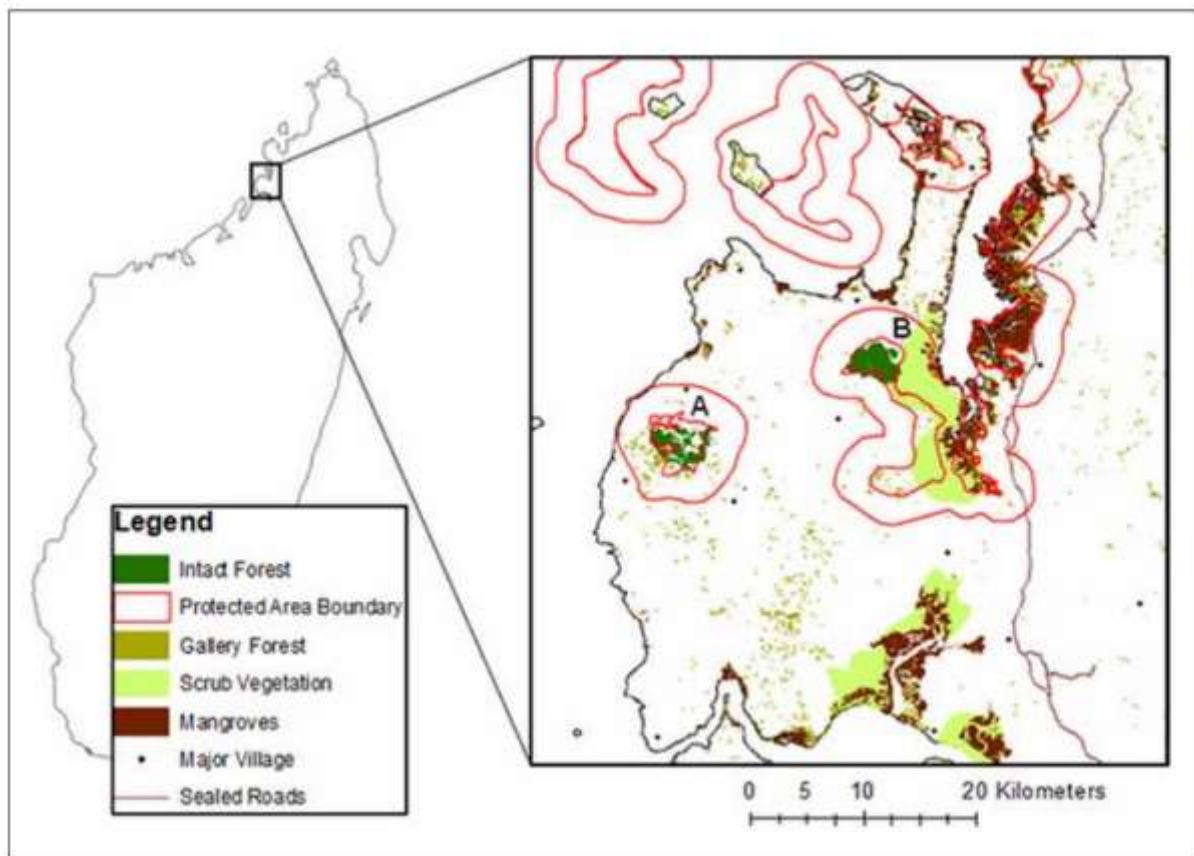


Figure 6 : Carte du parc national de Sahamalaza-île Ramada avec en **A** la forêt d'Ankarafa et en **B** la forêt d'Anabohazo. Echelle : 1/7 000 000 pour la carte de Madagascar à gauche et 1/350 000 pour la partie zoomée à droite. Deux lignes rouges représentent les aires protégées avec la ligne interne délimitant la zone protégée et la ligne externe délimitant une zone tampon de 3 km. Source : Hending 2022.

II. 2. B. Forêt d'Ankarafa

La forêt d'Ankarafa est fragmentée, elle est donc composée de plusieurs zones forestières séparées entre elles par des chemins et des zones de savane. Chaque fragment porte un nom et ceux étudiés sont tous représentés sur la carte ci-après. Nous avons intégré dans notre étude les fragments de forêt où la présence d'*E. flavifrons* était régulièrement rapportée par l'équipe des guides de l'AEECL. Parmi ses fragments, nous avons choisi ceux présents dans la zone protégée afin de garder une certaine homogénéité par rapport aux autres études portant sur les parasites internes du Lémurien aux yeux turquoise. Au cours des projets de reforestation, certains fragments ont fusionné donnant des zones forestières qui portent plusieurs noms de fragments.

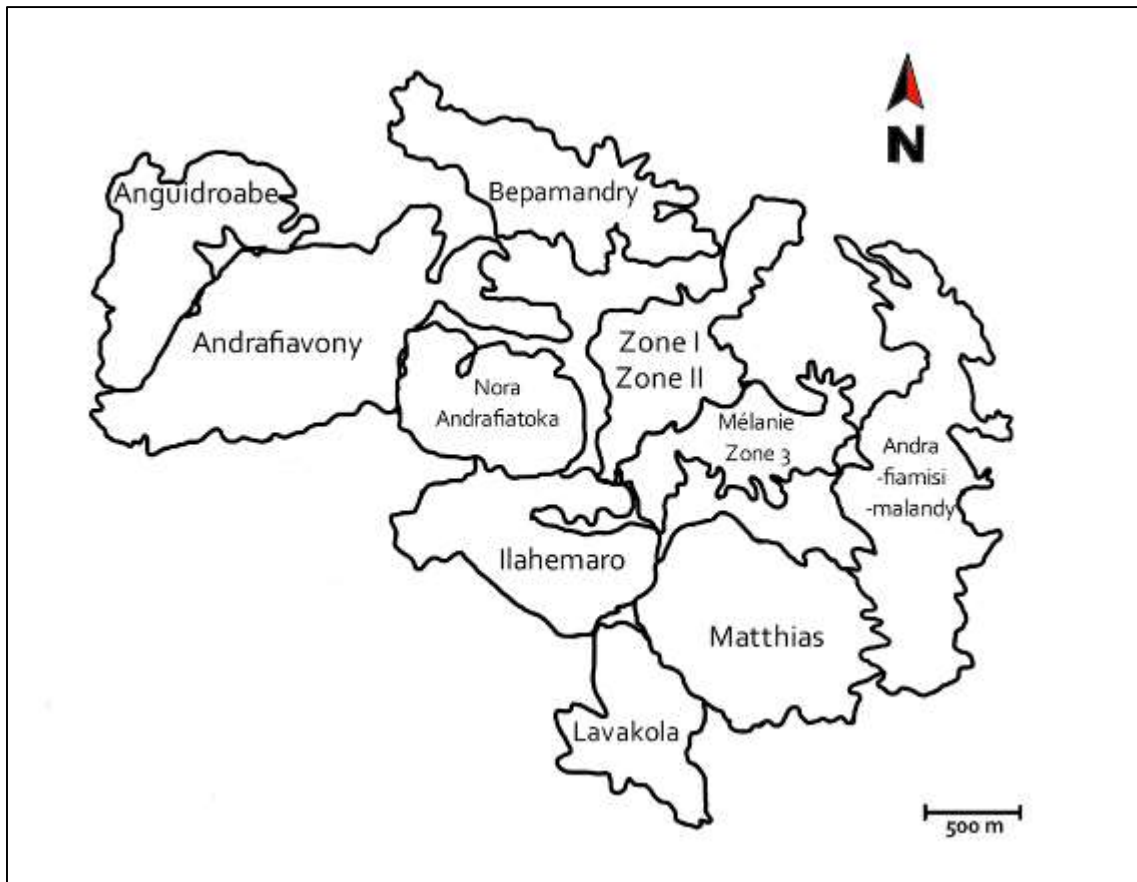


Figure 7 : carte des fragments étudiés au sein de la forêt d’Ankarafa. Les fragments ont été délimités à l’aide de travaux en cours et d’images satellites issus de google map.

II. 4. Matériel et méthodes : analyse coprologique et indice kilométrique d’abondance

II. 4. A. Récolte et conditionnement des échantillons

Il s’agissait de rechercher les groupes de lémuriens dans la canopée tôt le matin lorsqu’ils sont particulièrement actifs. En effet, le Lémurien aux yeux turquoise défèque lorsqu’il se déplace, recherche de la nourriture ou interagit avec ses congénères. Il est donc assez infructueux d’essayer de récolter des selles lors des phases de repos. L’équipe des opérateurs chargés d’effectuer ce travail est composée de deux “observateurs” et de deux “récolteurs” :

- Les observateurs sont chargés de repérer la composition du groupe de lémuriens et d’attribuer les selles émises à chaque individu du groupe.

- Les récolteurs récupèrent les selles, identifient les pots et mettent sur papier les informations concernant les groupes de lémuriens comme décrites dans le tableau ci-après.

Les échantillons sont ensuite stockés individuellement dans des pots en plastique sans solvant en attendant d'être conditionnés au camp de recherche dans les quatre heures maximums qui suivent la récolte.

| | |
|--|---|
| Informations sur les conditions spatio temporelles | Dates et heure/moment de la journée |
| | Coordonnées GPS et nom du fragment de forêt |
| | Conditions météorologiques des 24h qui précèdent le prélèvement |
| Informations liées au groupe de lémurien (à indiquer avec le plus précisément possible) | Nombre d'individus mâle et femelle |
| | Sexe de l'individus ayant émis la selle récoltée |
| | Proportion d'adultes et de juvéniles |
| | S'il s'agit d'un groupe de lémuriens habitués à la présence de l'homme ou non |
| Informations liées aux propriétés de l'échantillon | Coloration des selles |
| | Présence d'éléments macroscopiquement visibles |
| | Consistance des selles |

Tableau 1. Synthèse des informations associées à chaque échantillon.

L'aspect des selles récoltés a également été pris en compte. Les selles ont pu être classées selon 4 catégories (figure 6) :

- Vert foncé : selles majoritairement composées de morceaux de feuilles broyées et en partie digérées.
- Marron : selles marron d'aspect sec et colmaté
- Vert clair : selles plus aqueuses de couleur vert clair qui s'oxydent en rouge après quelques dizaines de minutes à l'air libre
- Fruits/graines : selles composées en majorité de graines et de fruits bien visibles car peu digérés



Vert clair

Vert foncé

Fruits/graines

Marron

Figure 8 : photo illustrant les différents aspects de selles (Sonia Antoine©).

II. 4. B Traitement des échantillons avant lecture

Une fois arrivé au camp de recherche, chaque échantillon est séparé en deux parties pesées avec précision :

- Une partie est stockée dans un pot en plastique à température ambiante destinée à être analysée directement sur le terrain dans les 4 à 6 h suivant sa récolte pour les échantillons récoltés dans la forêt d'Ankarafa et dans les 24 à 36 h pour ceux récoltés à Anabohazo.
- Une autre partie est conservée durablement dans du formol. Le conditionnement se faisait dans un tube de 5 ml pour obtenir une concentration de 0,5 g de fèces pour 1 ml de formol 10 %, par exemple (soit 1 g de fèces dans 2 ml de formol) et fera l'objet d'autre protocole d'analyse en laboratoire.



Figure 9 : photo du laboratoire de terrain dédié au conditionnement des échantillons de matière fécale (Sonia Antoine©).

II. 4. C. Préparation et lecture à l'aide du dispositif mini-FLOTAC

Afin d'étudier le peuplement parasitaire interne d'*E. flavifrons*, nous avons effectué des analyses coprologiques directement sur le terrain à l'aide du kit mini FLOTAC. On a ensuite pu établir de manière quantitative la quantité d'œufs par gramme (opg) de matières fécales.

Le mini-FLOTAC est un dispositif qui a pour but de réaliser les étapes d'homogénéisation, filtration et migration d'un protocole de flottation avec peu de matériel ce qui le rend facilement transportable et donc particulièrement adapté à la réalisation d'analyse sur le terrain. Le kit est composé d'un premier instrument appelé Fill-FLOTAC formé d'un récipient avec un couvercle équipé d'une tige pour homogénéiser son contenu et d'un filtre. Le mini-FLOTAC à proprement parler est l'autre instrument qui vient compléter le kit, il s'agit d'un disque composé de deux chambres dont la partie supérieure correspond à la zone de lecture. A noter que ladite zone de lecture est munie d'un quadrillage en relief afin de faciliter le comptage des éléments parasitaires.

Une quantité de matières fécales comprise entre 0,8 g et 2,2 g est pesée avec une balance de précision et est déposée dans la partie récipient du fill-FLOTAC. On ajoute ensuite le liquide de flottation (solution de chlorure de sodium à saturation) jusqu'au

trait permettant d'avoir un volume total de 20 ml puis l'on homogénéise à l'aide de la tige. Le mélange est ensuite passé à travers la partie filtre de l'instrument puis directement versé dans les deux chambres du mini-FLOTAC. Un délai de dix minutes d'attente est laissé pour permettre la migration des éléments parasites vers la partie supérieure des chambres. On peut ensuite mettre en place la clé du mini-FLOTAC qui permet d'effectuer une rotation : la partie supérieure des chambres est isolée du reste des chambres afin de faciliter la lecture qui s'effectue en plaçant directement le Fill-FLOTAC sur le microscope. En effet, malgré la filtration, le contenu des chambres comporte encore beaucoup de résidus et débris végétaux, séparer les zones de lecture évite la superposition de ces éléments et les rend plus lisibles. On peut alors compter les œufs visibles sur la partie supérieure du Fill FLOTAC et calculer la valeur d'œufs par gramme (opg) selon le calcul ci-après afin d'évaluer la quantité d'œufs contenue dans l'échantillon.

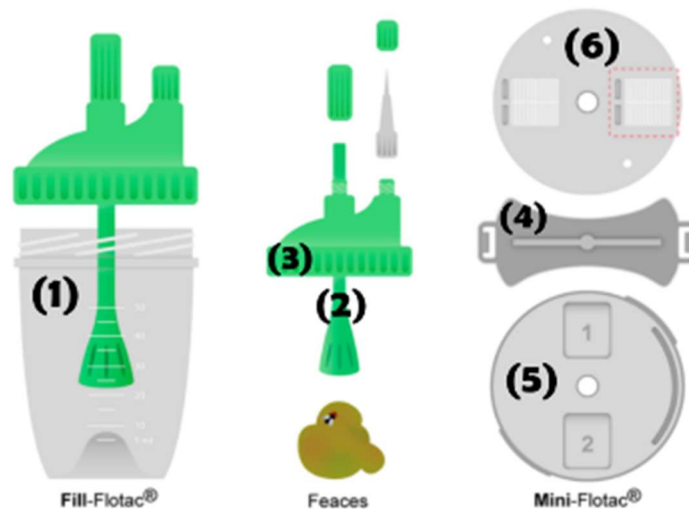


Figure 10 : schéma du kit mini FLOTAC avec en (1) le récipient du Fill-FLOTAC, en (2) la tige permettant l'homogénéisation, en (3) l'emplacement du filtre, en (4) la clé du mini-FLOTAC, en (5) la partie inférieure du mini-FLOTAC avec les chambres et en (6) la partie supérieure avec les zones de lecture. Source : Mesa-Pinada et al. 2021.

Evaluation quantitative de l'infestation (opg) = $(n (V_{tot} / V_c)) / m$

n = nombre d'œufs observés sur la partie supérieure des 2 chambres

V_{tot} = volume totale du FLOTAC

V_c = volume des chambres du Fill FLOTAC

m = masse de la matière fécale analysée



Figure 11 : photo du laboratoire de terrain dédié à l'analyse des échantillons (Sonia Antoine©).

Le climat est fortement saisonnier, avec une saison fraîche et sèche de juin à octobre et une saison chaude et pluvieuse de novembre à mai (Schwitzer et al., 2007). Les précipitations annuelles moyennes sont de 1600 mm, les pluies les plus abondantes se produisant en janvier et février. La température maximale moyenne sur une durée d'un mois est de 32,0 °C (en novembre) et la température minimale moyenne est de 20,6 °C (en août) (Schwitzer et al., 2007). Les échantillons de matières fécales ont été recueillis lors de deux sessions de 18 et 22 jours, espacées par une période de 16 jours. La première session s'est déroulée en mai, pendant la saison des pluies, et la seconde en juillet, pendant la saison sèche. La saison humide correspond donc à la première session (S1), et la saison sèche à la seconde session (S2).

Une fois les données des analyses coprologiques recueillies, il a fallu établir des comparaisons pour analyser et interpréter l'influence des facteurs que nous souhaitons tester. Concernant l'influence de la saison, nous avons choisi de représenter la proportion d'échantillons présentant des œufs de chaque espèce de parasite avec un intervalle de confiance de 80 % pour chacune des sessions. Cet intervalle est assez large, en raison du faible nombre d'échantillons contenant des œufs et du caractère exploratoire de l'étude. L'aspect des selles a également été représenté par deux graphiques en secteurs, un pour chaque session.

II. 4. D. Méthode d'établissement d'un indice kilométrique d'abondance

Afin de comparer et d'étudier l'influence que la densité de population peut avoir sur l'infestation par les oxyures d'*E. flavifrons*, il est nécessaire de confronter les résultats des analyses coprologiques à un indicateur de la densité de population. Nous avons choisi de calculer un indice kilométrique d'abondance, exprimé en individus par kilomètre de marche de reconnaissance, pour sa facilité de mise en œuvre. Ces données ont été recueillies le long de trajets d'itinéraire préétablis à travers la forêt d'Ankarafa. Chacun des 21 itinéraires prédéfinis a été parcouru une fois entre mi-mai 2023 et mi-juillet 2023. Une équipe de 3 à 4 observateurs, espacés de 2 à 3 mètres les uns des autres, avançait à une vitesse comprise entre 0,6 et 1,1 km/h sur des trajets de 570 à 1150 mètres.

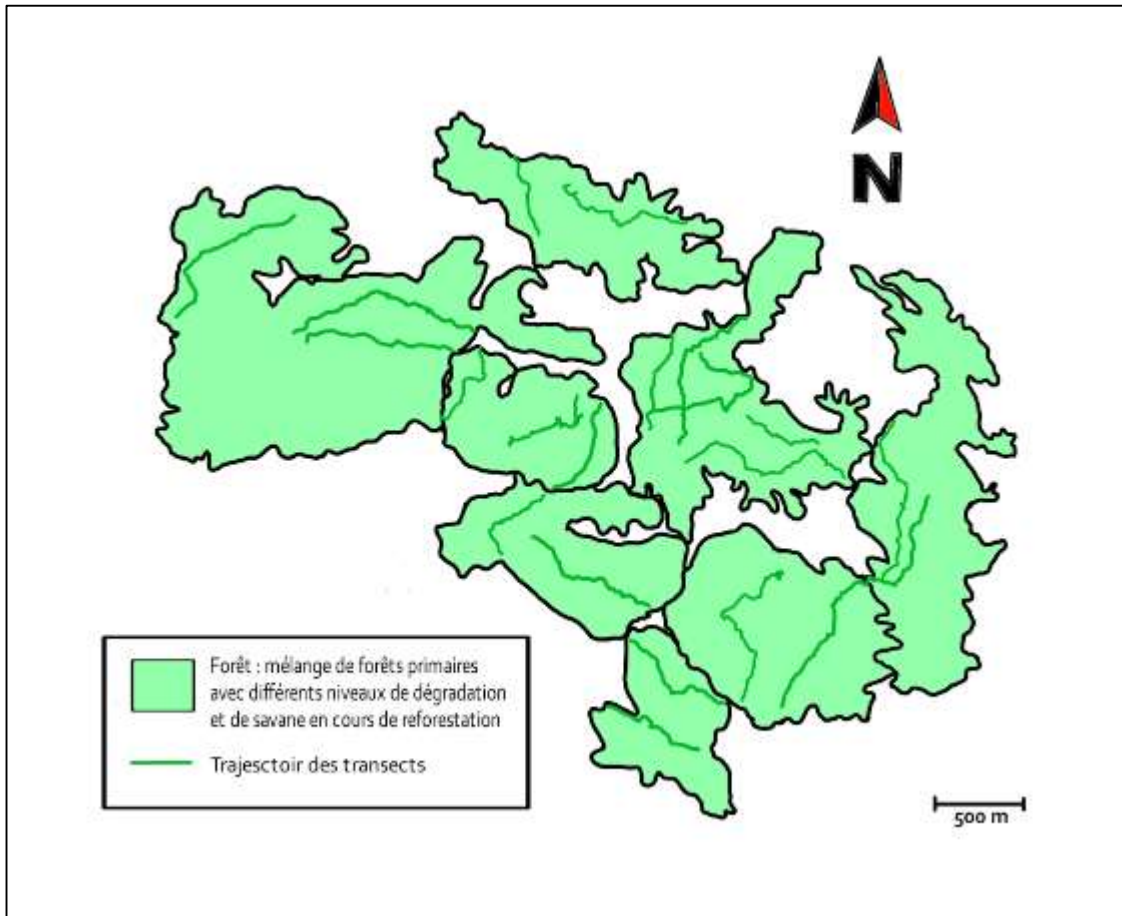


Figure 12 : Carte de la trajectoire des itinéraires de marche de reconnaissance établis pour mesurer et calculer l'indice d'abondance du Lémurien aux yeux turquoise dans la forêt d'Ankarafa.

La durée totale de chaque trajet, l'heure de départ et la vitesse à laquelle il est parcouru sont enregistrées pour chaque trajet. Lorsqu'un groupe de lémuriens est repéré le long du chemin de reconnaissance, les données suivantes sont recueillies :

- Une estimation visuelle de la distance à laquelle le groupe de lémurien se trouve éloigné du groupe d'observateur, en mètres
- Le nombre de mâles et de femelles dans le groupe
- La distance parcourue depuis le départ le long du chemin de reconnaissance, en mètres
- L'heure d'observation du groupe

Un à trois itinéraires de marche de reconnaissance étaient présents dans chaque fragment de forêt étudié. Pour obtenir l'indice kilométrique d'abondance, nous avons additionné le nombre total d'individus observés le long de tous les itinéraires d'un même fragment, puis divisé par la somme de toutes les distances parcourues le long de ces itinéraires dans ce fragment.

Les données recueillies ont permis d'établir une carte des indices d'abondance par fragment, comparées aux données sur la présence de parasites relevées lors des analyses pour chaque genre de parasites observé. Nous avons ensuite créé des graphiques en nuage de points et tenté de tracer une droite de corrélation pour chaque genre de parasite observé.

II. 5. Résultats : échantillons présentant des œufs, mesures d'opg, saisonnalité et indice kilométrique de densité

II. 5. A. Informations générales sur le lot d'échantillons étudiés

Un total de 121 échantillons ont été analysés sur le terrain à l'aide du dispositif mini FLOTAC. Des œufs de *Lemuricola* sp. ont été observés dans 10 d'entre eux (8 %), des œufs de *Callistoura* sp. ont été observés dans 14 d'entre eux (12 %). Parmi ces effectifs, un échantillon présentait des œufs des deux genres (1 %).

II. 5. B. Parasites internes et saisonnalité

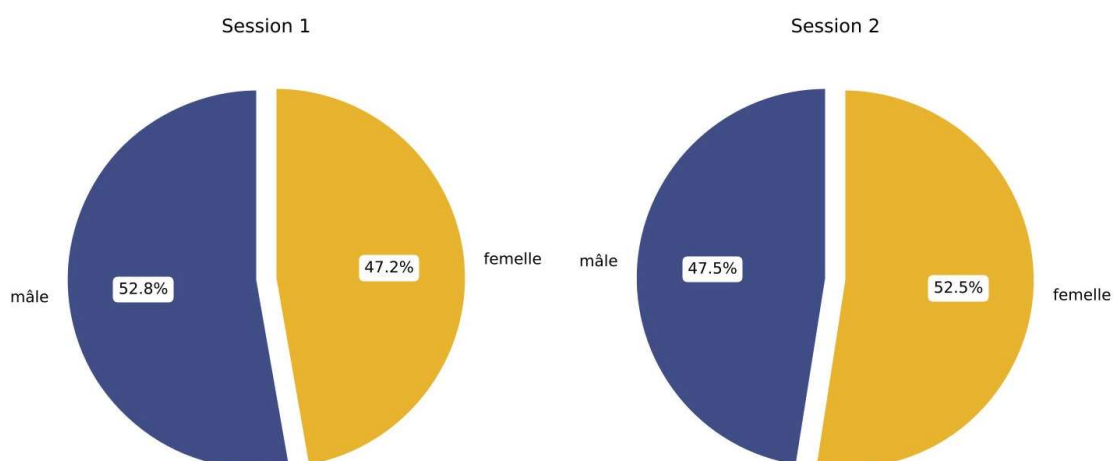


Figure 13 : sexe ratio des individus dont les selles ont été analysées à l'aide du dispositif mini FLOTAC pour chaque session.

Au sein de chacune des sessions, le sexe ratio était similaire (cf. figure 11) et les proportions des différents aspects de matière fécales sont représentés dans la figure 12.

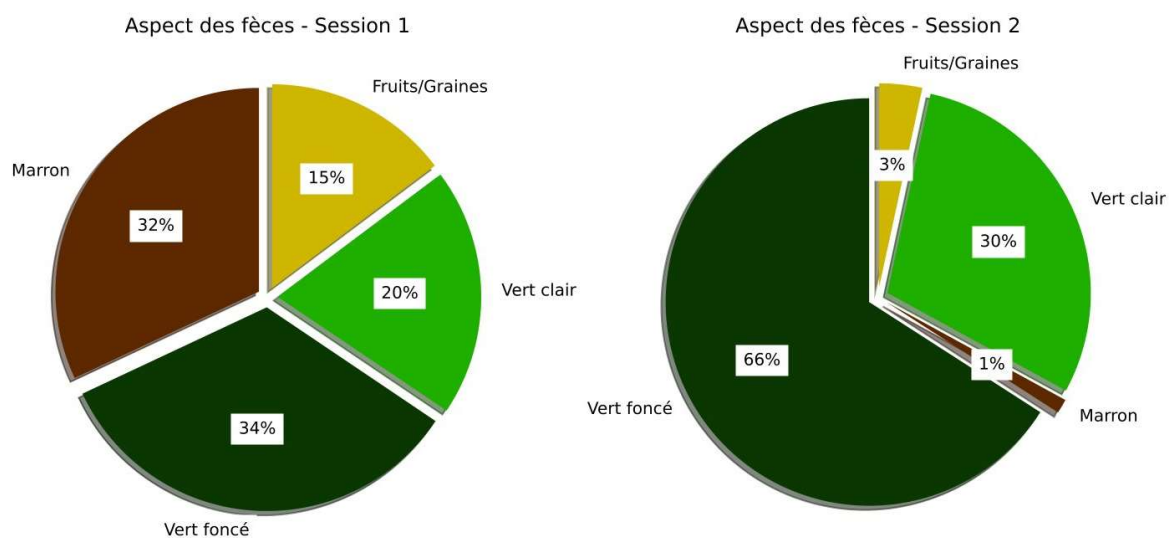


Figure 14 : proportion de l'aspect des selles classé en quatre catégories (voir critères paragraphe II. 6. A.) et proportions retrouvées lors de chaque session.

La proportion d'échantillons de matières fécales présentant des œufs d'oxyures est représentée dans la figure 13.

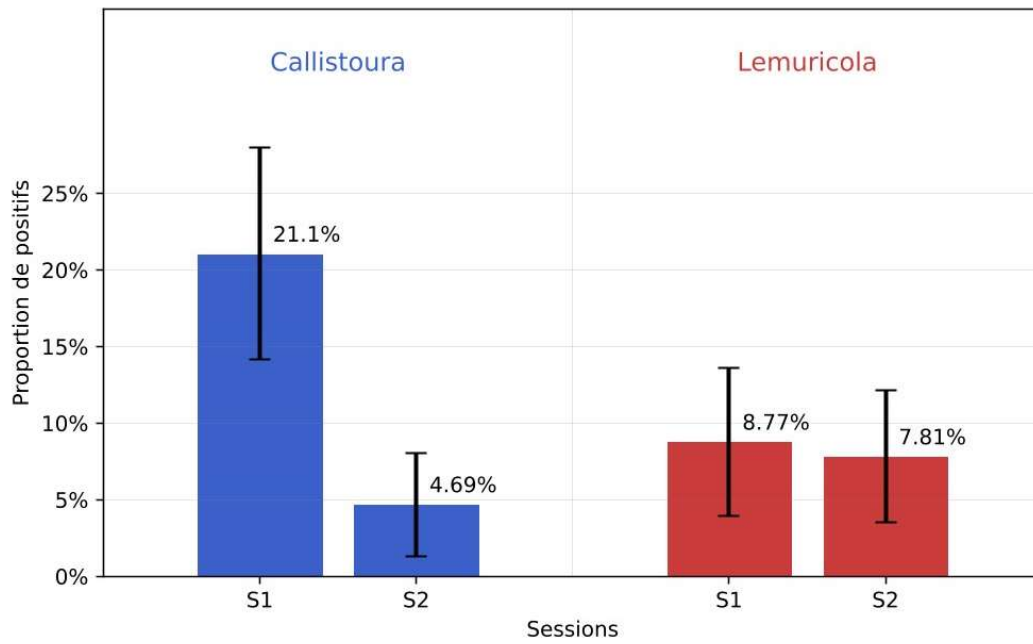


Figure 15 : proportions d'échantillons présentant des œufs d'oxyures en fonction du genre du parasite et de la saison avec intervalle de confiance à 80%.

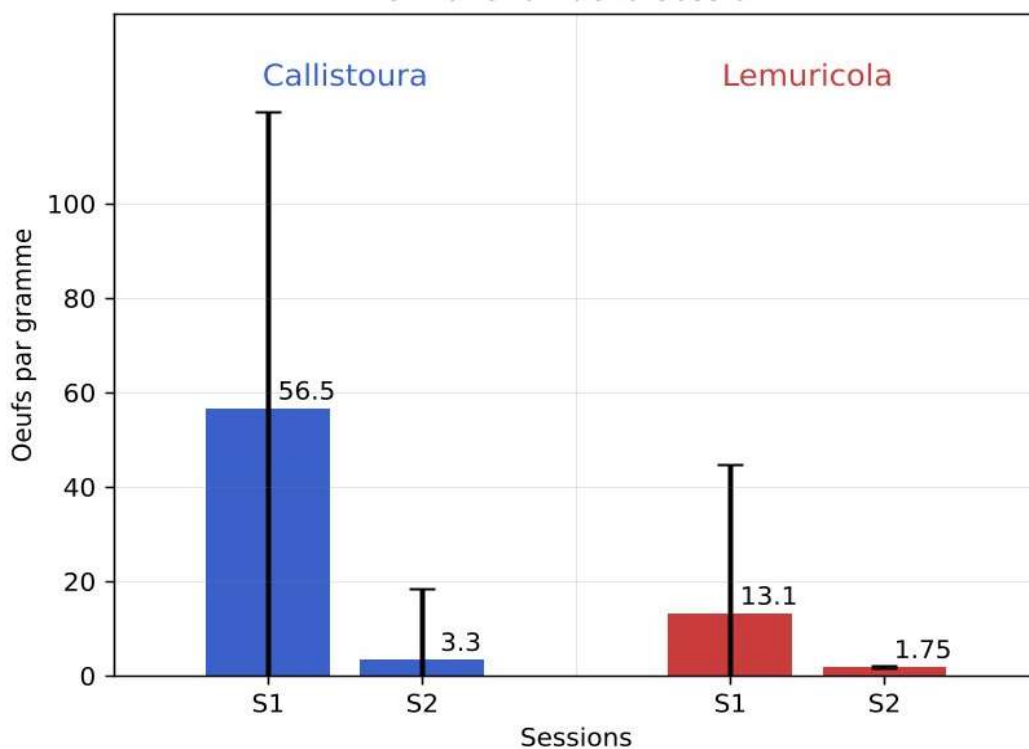


Figure 16 : estimation de la charge parasitaire (moyenne des valeurs d'opg) en fonction de la session avec intervalle de confiance à 80 %.

Avec 21,1 % d'échantillons présentant des œufs en saison des pluies contre 4,7 % en saison sèche (des intervalles de confiance à 80 % qui ne se recoupe pas), l'infestation par des parasites appartenant au genre *Callistoura* est plus présente lors de la saison de pluie d'après nos résultats. Ce qui n'est pas le cas pour les parasites du genre *Lemuricola*. Les valeurs d'opg pour les deux genres d'oxyures ne semblent pas influencés par la saison. Nous aurions donc une infestation qualitativement plus présente en saison de pluie, mais variable en intensité pour les parasites du genre *Callistoura* chez le Lémurien aux yeux turquoise.

II. 5. C. Parasites internes et densité de population

II. 5. C. a. Carte des indices kilométriques d'abondance

Lors des sorties dédiées à l'établissement de l'indice kilométrique d'abondance, 89 observations de *E. flavifrons* ont été répertoriées sur un cumul total de 17,88 km de chemin de reconnaissance. Le fragment Matthias qui présente l'indice kilométrique d'abondance le plus élevé semble présenter des conditions particulièrement favorables à la présence d'*E. flavifrons*.

| Fragments étudiés | Nombre d'observation de lémuriens | Total distance Parcourue (km) | Indice kilométrique d'abondance (lémur/km) |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| Ensemble zone 1, zone 2 | 21 | 2,77 | 7,6 |
| Ensemble Nora, Andrafiatoka | 10 | 2,07 | 5,3 |
| Ensemble Anguidroabe, Andrafiavony | 4 | 3,12 | 1,5 |
| Andrafiamisimalandy | 1 | 1,63 | 0,6 |
| Lavakola | 13 | 1,49 | 8,7 |
| Ilahemaro | 3 | 1,49 | 2 |
| Matthias | 33 | 2,03 | 16,3 |
| Bepamandry | 2 | 1,58 | 1,3 |
| Ensemble Mélanie, zone III | 2 | 1,7 | 1,2 |

Tableau 2 : données concernant l'établissement de l'indice d'abondance kilométrique pour chaque fragment de la forêt d'Ankarafa.

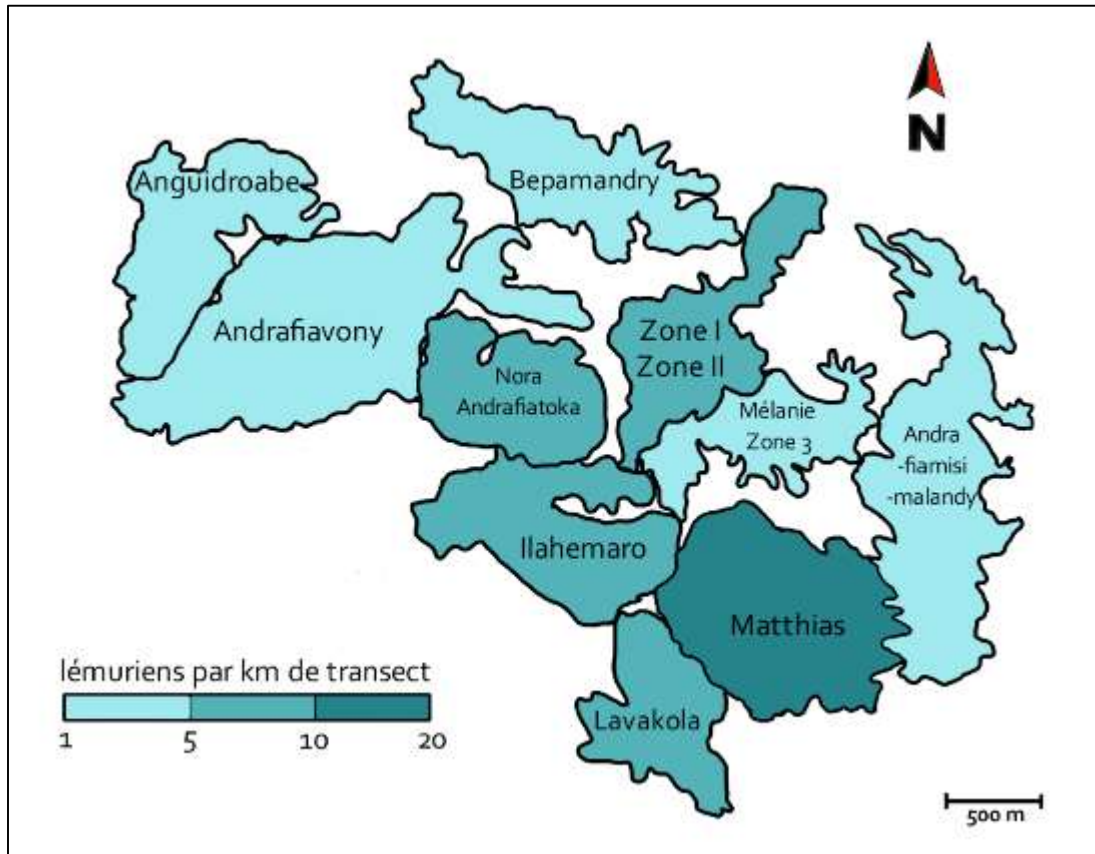


Figure 17 : Carte des indices d'abondance d'*E. flavifrons* par fragment (individus/km de chemin de reconnaissance) dans 10 fragments mitoyens de la forêt d'Ankarafa.

II. 5. C. b. Lien entre la présence d'oxyures et la densité de population

On cherche ici à vérifier s'il existe une relation entre la présence des parasites et l'indice kilométrique d'abondance. Pour ce faire nous avons donc calculé le taux de présence du parasite dans chaque fragment puis nous avons établi un graphique de ce taux en fonction de l'indice kilométrique d'abondance (figures 17 et 18).

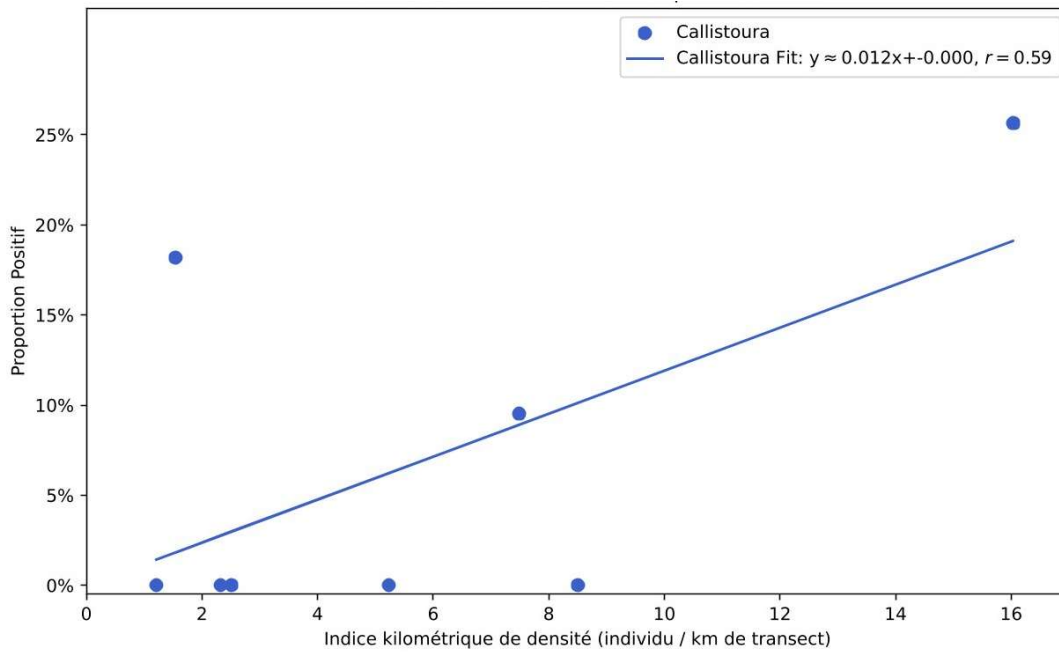


Figure 18 : Nuage de points des proportions d'échantillons positifs (en %) en fonction de l'indice kilométrique d'abondance d'*E. flavifrons* établi pour chaque fragment (en individus/km de chemin de reconnaissance) pour les parasites appartenant au genre *Callistoura*. Coefficient de corrélation de Spearman $r_s = 0,49$; p value = 0,22.

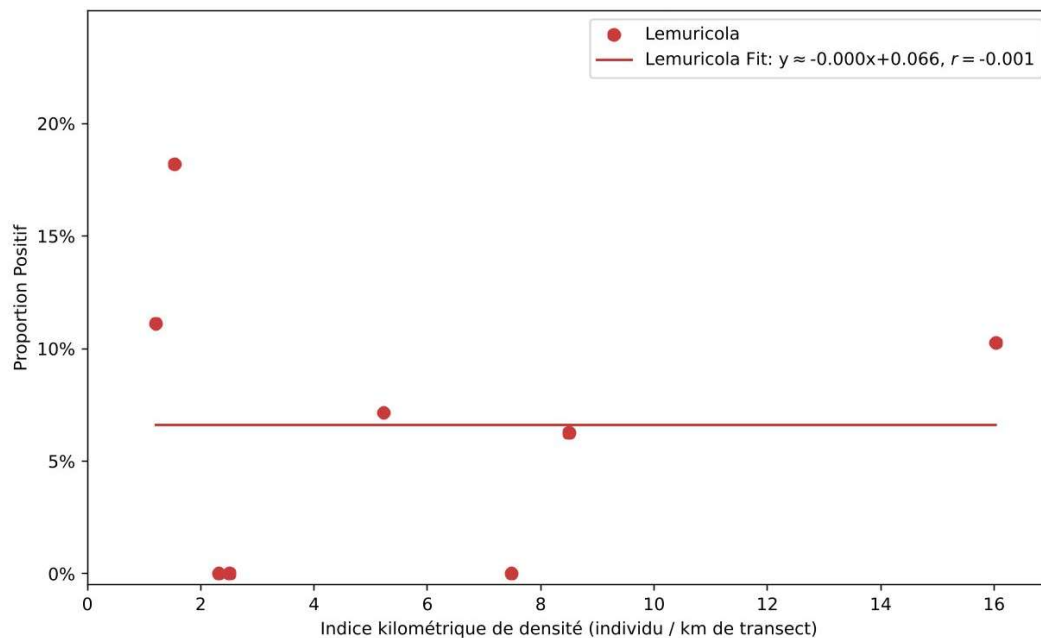


Figure 19 : Nuage de points des proportions d'échantillons positifs (en %) en fonction de l'indice kilométrique de densité respectif établi pour chaque fragment (en individus/km de chemin de reconnaissance) pour les parasites appartenant au genre *Lemuricola*. Coefficient de corrélation de Spearman $r_s = -0,29$; p value = 0,48.

Nous observons sur ces figures que les coefficients de corrélation de Spearman n'approchent pas 1 ou -1. Nos résultats semblent donc montrer une absence de corrélation entre l'indice d'abondance et la proportion d'échantillons présentant des œufs de parasite appartenant aux genres *Callistoura* et *Lemuricola*. Cependant, cette absence de corrélation est peu fiable étant donné que les p value sont strictement supérieures à 0,05.

II. 6. Discussion

Pendant les années 2000, les travaux de Nora Schwitzer indiquent que les proportions d'échantillons contenant des œufs d'oxyures et des oocystes de protozoaires étaient significativement plus élevées en saison des pluies qu'en saison sèche (Schwitzer et al., 2010). Nos résultats montrent que la présence d'œufs de parasites du genre *Callistoura* suit cette tendance, mais pas celle du genre *Lemuricola*. Aussi, nous ne pouvons pas déterminer si l'excrétion des œufs est continue chez ces espèces d'oxyures ou si certains individus étaient infestés mais non excréteurs au moment des analyses. Nos conclusions doivent donc être interprétées avec prudence, et il est nécessaire de répéter l'expérience sur plusieurs cycles saisonniers pour confirmer ou infirmer cette dynamique.

Les variations observées dans l'aspect des selles peuvent être attribuées à la rareté des fruits pendant la saison sèche (Volampeno, 2009), période où la consommation de feuilles augmente dans le régime alimentaire, surpassant celle des fruits, et où les selles vert foncé, composées de débris de feuilles, sont plus fréquentes.

Bien que certains fragments présentent un indice d'abondance des lémurien aux yeux turquoise plus élevé que d'autres, nos résultats ne révèlent pas de corrélation entre la présence de parasites internes dans les selles et l'abondance des hôtes pour un fragment donné. L'indice kilométrique d'abondance est un indicateur simple à mettre en œuvre, mais sa précision est limitée. Utiliser un indice plus représentatif de la présence d'*E. flavifrons*, calculé en fonction de la surface par exemple, pourrait fournir des résultats différents. Il serait donc pertinent de répéter l'expérience avec un protocole d'estimation de la densité de la population hôte pour chaque fragment.

Cependant, il convient de rester prudent, car le nombre d'échantillons analysés sur le terrain est faible (N = 121). Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes qui régissent l'infestation d'*E. flavifrons* par les oxyures.

Conclusions

« Mieux comprendre pour mieux protéger » : tel est l'adage qui guide la recherche appliquée à la conservation de la biodiversité. Les parasites, ayant leur importance au sein des écosystèmes, sont de plus en plus étudiés pour mieux comprendre leurs rôles. Depuis le début des années 2000, deux études ont cumulé des données concernant les parasites internes chez les lémuriers aux yeux turquoise. Cette étude comparative permet d'ajouter de nouvelles données aux travaux précédents. Bien que les faibles effectifs n'aient pas permis de répondre de manière statistiquement fiable aux questions scientifiques posées initialement, ces résultats, couplés aux données antérieures et aux travaux futurs, permettront d'affiner la compréhension des mécanismes qui régissent ce phénomène d'infestation. Un dernier aspect du volet scientifique de ce projet consistera à comparer les résultats obtenus à l'aide du dispositif mini-Flotac avec ceux obtenus par lecture directe sur échantillon formolé. Nous avons pu identifier les genres des nématodes observés, et l'identification des espèces pourrait constituer une perspective intéressante, bien que les contraintes logistiques sur le terrain représentent un défi (impossibilité de congeler des échantillons pour effectuer des analyses PCR a posteriori).

Par ailleurs, le projet Sahamalaza a permis d'équiper les guides de l'AEECL d'une jumelle monoculaire et d'un dispositif GPS. La forêt d'Anabohazo est la deuxième forêt située dans les limites du parc national de Sahamalaza – île Radama ; elle comporte une base scientifique, actuellement en cours de reconstruction, qui était hors service depuis la pandémie de Covid-19. C'est également dans le cadre de ce projet que ce camp de base a pu être remis en service. Lors des relevés de coupes de bois dans la zone protégée, nous avons également constaté la présence de pièges destinés à capturer des lémuriers, probablement à des fins de braconnage. Des zébus pâturant dans les zones protégées ont également été observés très régulièrement lors de la récolte des données. Toutes ces activités permettent aux communautés locales de se maintenir et de se développer ; le travail de soutien et de sensibilisation se poursuit pour limiter autant que possible leur impact.

Bibliographie

Anderson, R. C. (2000). Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission. 2nd ed. New York: CABI Publishing.

Andrianjakarivelo, V. (2004). Exploration de la zone en dehors de la péninsule Sahamalaza pour l'évaluation rapide de la population d'*E. flavifrons*. Rapport non publié. Antananarivo : WCS Madagascar.

Blackburn, T. M., & Ewen, J. G. (2017). « Parasites as drivers and passengers of human-mediated biological invasions ». *Ecohealth*, 14(suppl 1), 61-73.

Chabaud, A. G., & Petter, A. J. (1959). Les nématodes parasites de Lémuriens malgaches, II Un nouvel oxyure: *Lemuricola contagiosus*. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar*, A, 127-158.

Combes, C. et al. (2018) *Parasitisme : écologie et évolution des interactions durables*. Dernière édition. Paris : Dunod. Collection Sciences Sup.

Gay, N., Olival, K. J., Bumrungsri, S., Siriaronrat, B., Bourgarel, M., & Morand, S. (2014). Parasite and viral species richness of Southeast Asian bats: Fragmentation of area distribution matters. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 3, 161-170. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2014.06.003>

Gillespie, T. R., Nunn, C. L., & Leendertz, F. H. (2008). Integrative approaches to the study of primate infectious disease: Implications for biodiversity conservation and global health. *Yearbook of Physical Anthropology*, 51, 53-69.

Gillespie, T. R., & Chapman, C. A. (2006). Prediction of parasite infection dynamics in primate metapopulations based on attributes of forest fragmentation. *Conservation Biology*, 20, 441-448. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00290.x>

Gillespie, T. R., & Chapman, C. A. (2008). Forest fragmentation, the decline of an endangered primate, and changes in host-parasite interactions relative to an unfragmented forest. *American Journal of Primatology*, 70, 222-230.

Gillespie, T. R., Chapman, C. A., & Greiner, E. C. (2005). Effects of logging on gastrointestinal parasite infections and infection risk in African primates. *Journal of Applied Ecology*, 42, 699-707. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01049.x>

Gómez, A., & Nichols, E. (2013). Neglected wildlife: Parasitic biodiversity as a conservation target. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 2, 222-227. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2013.07.002>

Goodman, S. M., & Benstead, J. P. (2005). Updated estimates of biotic diversity and endemism for Madagascar. *Oryx*, 39, 73-77. <https://doi.org/10.1017/S0030605305000128>

Hämäläinen, A., Raharivololona, B., Ravoniarimbinina, P., & Kraus, C. (2015). Host sex and age influence endoparasite burdens in the gray mouse lemur. *Frontiers in Zoology*, 12, 25. <https://doi.org/10.1186/s12983-015-0118-9>

- Harper, G. J., Steininger, M. K., Tucker, C. J., Juhn, D., & Hawkins, F. (2007).** Fifty years of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Environmental Conservation*, 34, 325-333. <https://doi.org/10.1017/S0376892907004262>
- Hasik, A. Z., King, K. C., & Hawlena, H. (2023).** Interspecific host competition and parasite virulence evolution. *Biology Letters*, 19, 20220553.
- Hending, D., et al. (2022).** A New Population of Mouse Lemurs (*Microcebus* sp.) from North-western Madagascar, with Population Size and Density Estimates. *Primate Conservation*, 36, 103-111.
- Irwin, M. T., & Raharison, J. (2009).** A review of the endoparasites of the lemurs of Madagascar. *Acta Tropica*, 66-93.
- Kiene, F., Andriatsitohaina, B., Ramsay, M. S., Rakotondravony, R., Strube, C., & Radespiel, U. (2021).** Habitat fragmentation and vegetation structure impact gastrointestinal parasites of small mammalian hosts in Madagascar. *Ecology and Evolution*, 11(11), 6766-6788. <https://doi.org/10.1002/ece3.7526>
- Klaus, A., et al. (2018).** Fecal parasite risk in the endangered proboscis monkey is higher in an anthropogenically managed forest environment compared to a riparian rainforest in Sabah, Borneo. *PLOS ONE*, 13, e0195584. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195584>
- Leendertz, F. H., et al. (2006).** Pathogens as drivers of population declines: The importance of systematic monitoring in great apes and other threatened mammals. *EcoHealth*, 3(4), 281-289.
- Maciag, E. (2009).** Endoparasite infection of three species of lemur in differently degraded forest fragments on the Sahamalaza Peninsula, Madagascar. Unpublished report, Zoological Society of London.
- Martínez-Mota, R., et al. (2018).** Effects of anthropogenic stress on the presence of parasites in a threatened population of black howler monkeys. *Therya*, 9, 161-169. <https://doi.org/10.12933/therya-18-572>
- Mesa-Pineda, C. (2021).** Chicken Coccidiosis: From the Parasite Lifecycle to Control of the Disease. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 787653. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.787653>
- Mittermeier, R. A., et al. (2006).** *Lemurs of Madagascar*. 2nd ed. Washington: Conservation International.
- Polowinsky, S. Y., & Schwitzer, C. (2007).** Fruits as foods - Common misconceptions about frugivory. *Primate Conservation*, 22, 79-87.
- Roberts, M. G., & Heesterbeek, J. A. P. (2021).** Infection dynamics in ecosystems. *Journal of the Royal Society Interface*, 18, 20210551.
- Randriatahina, G. H., & Rabarivola, J. C. (2004).** Inventaire des lémuriens dans la partie nord-ouest de Madagascar et distribution d'Eulemur flavifrons. *Lemur News*, 9, 7-9.

- Raik, D.** (2011). Forest management in Madagascar: An historical overview. *Madagascar Conservation & Development*, 2, 5-10.
<https://doi.org/10.4314/mcd.v2i1.44123>
- Randriatahina, G., & Roeder, J. J.** (2013). Group size, composition, and stability in a wild population of blue-eyed black lemurs. In *Leaping ahead: Advances in Prosimian Biology* (pp. 127-136). New York: Springer.
- Seguel, M., Colegrove, K. M., Field, C., Whoriskey, S., Norris, T., et Duignan, P.,** (2019). Polyphasic Rhabdomyositis in California Sea Lions (*Zalophus californianus*): Pathology and Potential Causes. *Journal of Comparative Pathology*, 176, pp. 58-67.
- Seiler, M., et al.** (2014). Habitat selection and use in the Critically Endangered Sahamalaza sportive lemur in altered habitat. *Endangered Species Research*, 24(3), 273-286.
- Schwitzer, N., et al.** (2010). Parasite prevalence in blue-eyed black lemurs in differently degraded forest fragments. *Endangered Species Research*, 12, 215-225.
- Schwitzer, N., Randriatahina, G. H., Kaumanns, W., Hoffmeister, D., & Schwitzer, C.** (2007a). Habitat utilization of blue-eyed black lemurs, *Eulemur macaco flavifrons* (Gray, 1867), in primary and altered forest fragments. *Primate Conservation*, 22, 79–87.
- Stoner, K. E.** (1996). Prevalence and intensity of intestinal parasites in mantled howling monkeys in Northeastern Costa Rica. *Conservation Biology*, 10, 539-546.
- Tinsman, J. C., et al.** (2020). Range and conservation updates for the Critically Endangered blue-eyed black lemur and the Vulnerable black lemur. *Oryx*, 54(6), 819-827.
- Vieilledent, G., et al.** (2018). Combining global tree cover loss data with historical national forest cover maps to look at six decades of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Biological Conservation*, 222, 189–197.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.04.008>
- Volampeno, M. S. N.** (2009). *Reproductive Behaviour and Habitat Use in the Blue-eyed Black Lemur (Eulemur flavifrons, Gray, 1867) at the Sahamalaza Peninsula, National Park Madagascar*. PhD thesis, University of KwaZulu–Natal, Pietermaritzburg, South Africa.
- Winter, I., & Umanets, A.** (2020). Effects of seasonality and previous logging on faecal helminth microbiota associations in wild lemurs. *Journal of Zoology*.

ANNEXE 1 - Tableau 3 : données brutes relatives à la collecte des échantillons

| Date | Code Flotac | Code collect | Sexe | âge | Aspect desSelles | Météo des 24Dernières heures | Coordonnée GPS | Fragment de Forêt | position du groupeAu moment du prélève |
|----------|-------------|--------------|------|-----------|----------------------|--|---------------------------|----------------------|--|
| 15/05/23 | F1 | O16 | M | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.093'E 047°45.988' | Fragment Matthias | RF 8 : 6M & 5F |
| 15/05/23 | F2 | O18 | M | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.093'E 047°45.988' | Fragment Matthias | RF 8 : 6M & 5F |
| 15/05/23 | F3 | O19 | M | Adulte | Maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.093'E 047°45.988' | Fragment Matthias | RF 8 : 6M & 5F |
| 15/05/23 | F4 | O20 | F | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.093'E 047°45.988' | Fragment Matthias | RF 8 : 6M & 5F |
| 15/05/23 | F5 | O21 | F | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.093'E 047°45.988' | Fragment Matthias | RF 8 : 6M & 5F |
| 15/05/23 | F6 | O22 | F | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.093'E 047°45.988' | Fragment Matthias | RF 8 : 6M & 5F |
| 15/05/23 | F7 | O23 | F | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.052'E 047°45.813' | Fragment Matthias | RF 6 : 4M & 3F |
| 15/05/23 | F8 | O25 | F | Adulte | Maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.052'E 047°45.813' | Fragment Matthias | RF 6 : 4M & 3F |
| 15/05/23 | F9 | O27 | M | Adulte | Maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.052'E 047°45.813' | Fragment Matthias | RF 6 : 4M & 3F |
| 15/05/23 | F10 | O28 | M | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.052'E 047°45.813' | Fragment Matthias | RF 6 : 4M & 3F |
| 15/05/23 | F11 | O31 | F | Adulte | Feuille, Vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.093'E 047°45.989' | Fragment Matthias | RF 7 : 4M & 3F |
| 15/05/23 | F12 | O32 | M | Adulte | Feuille, Vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.093'E 047°45.989' | Fragment Matthias | RF 7 : 4M & 3F |
| 15/05/23 | F13 | O33 | F | Adulte | Feuille, Vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.052'E 047°45.010' | Fragment Matthias | RF 5 : 3M & 5F |
| 16/05/23 | F14 | O36 | M | Subadulte | Maron | Orage avec forte Précipitation la nuit | S 14°23.480'E 047°45.829' | Fragment zone II | RF 10 : 4M & 2F |
| 16/05/23 | F15 | O37 | M | Adulte | Fruit + Graine | Orage avec forte Précipitation la nuit | S 14°23.480'E 047°45.829' | Fragment zone II | RF 10 : 4M & 2F |
| 16/05/23 | F16 | O39 | M | Adulte | Feuille, Vert claire | Orage avec forte Précipitation la nuit | S 14°23.480'E 047°45.829' | Fragment zone II | RF 10 : 4M & 2F |
| 17/05/23 | F17 | O41 | M | Subadulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.237'E 047°45.818' | Fragment Matthias | RF 12 : 4M & 3F |
| 17/05/23 | F18 | O44 | F | Adulte | Maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.112'E 047°45.041' | Fragment Matthias | RF 14 : 2M & 3F |
| 17/05/23 | F19 | O45 | M | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.112'E 047°45.041' | Fragment Matthias | RF 14 : 2M & 3F |
| 17/05/23 | F20 | O46 | M | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.104'E 047°45.015' | Fragment Matthias | RF 13 : 4M & 3F |
| 17/05/23 | F21 | O47 | M | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.104'E 047°45.015' | Fragment Matthias | RF 13 : 4M & 3F |
| 17/05/23 | F22 | O48 | F | Adulte | Maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.104'E 047°45.015' | Fragment Matthias | RF 13 : 4M & 3F |
| 18/05/23 | F23 | O57 | M | Adulte | Maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.579'E 047°45.006' | Fragment zone III | RF 17 : 4M dont Un subadulte & 5F |
| 18/05/23 | F24 | O63 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.369'E 047°45.786' | Fragment zone I | RF 15 : 3M & 5F |
| 18/05/23 | F25 | O64 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.369'E 047°45.786' | Fragment zone I | RF 15 : 3M & 5F |
| 18/05/23 | F26 | O65 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.369'E 047°45.786' | Fragment zone I | RF 15 : 3M & 5F |
| 18/05/23 | F27 | O66 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.369'E 047°45.786' | Fragment zone I | RF 15 : 3M & 5F |
| 18/05/23 | F28 | O68 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.454'E 047°45.840' | Fragment zone I | RF 16 : 3M & 2F |
| 18/05/23 | F29 | O69 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.454'E 047°45.840' | Fragment zone I | RF 16 : 3M & 2F |
| 18/05/23 | F30 | O70 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.454'E 047°45.840' | Fragment zone I | RF 16 : 3M & 2F |
| 18/05/23 | F31 | O74 | F | Adulte | Maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.815'E 047°45.457' | Station de recherche | RF 18 : 4M dont 1 Subadulte & 5F |
| 18/05/23 | F32 | O77 | F | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.815'E 047°45.457' | Station de recherche | RF 18 : 4M dont 1 Subadulte & 5F |
| 18/05/23 | F33 | O78 | M | Subadulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.815'E 047°45.457' | Station de recherche | RF 18 : 4M dont 1 Subadulte & 5F |
| 18/05/23 | F34 | O80 | M | Adulte | maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.815'E 047°45.457' | Station de recherche | RF 18 : 4M dont 1 Subadulte & 5F |
| 22/05/23 | F35 | O82 | M | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.979'E 047°45.467' | Fragment Bepamandry | RF 19 : 3M & 4F |
| 22/05/23 | F36 | O83 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.979'E 047°45.467' | Fragment Bepamandry | RF 19 : 3M & 4F |
| 22/05/23 | F37 | O84 | F | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.979'E 047°45.467' | Fragment Bepamandry | RF 19 : 3M & 4F |
| 22/05/23 | F38 | O86 | M | Adulte | Feuille Vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.979'E 047°45.467' | Fragment Bepamandry | RF 19 : 3M & 4F |
| 23/05/23 | F39 | O88 | F | Subadulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.071'E 047°45.214' | Fragment Angidroabe | RF 20 : 3M & 5F dont 2 subadultes |
| 23/05/23 | F40 | O89 | F | Adulte | maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.071'E 047°45.214' | Fragment Angidroabe | RF 20 : 3M & 5F dont 2 subadultes |

| | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|---|-----------|---------------------|---|---------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 23/05/23 | F41 | O90 | F | Adulte | maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.071'E 047°45.214' | Fragment Angidroabe | RF 20 : 3M & 5F dont 2 subadultes |
| 23/05/23 | F42 | O91 | M | Adulte | maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.071'E 047°45.214' | Fragment Angidroabe | RF 20 : 3M & 5F dont 2 subadultes |
| 23/05/23 | F43 | O92 | M | Adulte | maron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.071'E 047°45.214' | Fragment Angidroabe | RF 20 : 3M & 5F dont 2 subadultes |
| 23/05/23 | F44 | O93 | M | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°21.071'E 047°45.214' | Fragment Angidroabe | RF 20 : 3M & 5F dont 2 subadultes |
| 24/05/23 | F45 | O94 | M | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.556'E 047°45.660' | Fragment Lavakola | RF 21 : 6M & 2F |
| 24/05/23 | F46 | O95 | M | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.556'E 047°45.660' | Fragment Lavakola | RF 21 : 6M & 2F |
| 24/05/23 | F47 | O96 | M | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.556'E 047°45.660' | Fragment Lavakola | RF 21 : 6M & 2F |
| 24/05/23 | F48 | O97 | M | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.556'E 047°45.660' | Fragment Lavakola | RF 21 : 6M & 2F |
| 24/05/23 | F49 | O98 | M | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.556'E 047°45.660' | Fragment Lavakola | RF 21 : 6M & 2F |
| 24/05/23 | F50 | O99 | F | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.556'E 047°45.660' | Fragment Lavakola | RF 21 : 6M & 2F |
| 24/05/23 | F51 | 101 | F | Adulte | Fruit + Graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.556'E 047°45.660' | Fragment Lavakola | RF 21 : 6M & 2F |
| 25/05/23 | F52 | 102 | M | Subadulte | Feuille vert claire | Pluie vers 5h/6h du Matin, sec en journée | S 14°23.023'E 047°45.365' | Fragment Ilahemaro | RF 22 : 2M dont un subadulte & 1F |
| 25/05/23 | F53 | 103 | F | Adulte | Feuille vert claire | Pluie vers 5h/6h du Matin, sec en journée | S 14°23.023'E 047°45.365' | Fragment Ilahemaro | RF 22 : 2M dont un subadulte & 1F |
| 25/05/23 | F54 | 104 | M | Adulte | Feuille vert claire | Pluie vers 5h/6h du Matin, sec en journée | S 14°23.023'E 047°45.365' | Fragment Ilahemaro | RF 22 : 2M dont un subadulte & 1F |
| 25/05/23 | F55 | 105 | F | Adulte | Feuille vert claire | Pluie vers 5h/6h du Matin, sec en journée | S 14°23.077'E 047°45.412' | Fragment Ilahemaro | RF 23 : 3F et 2M |
| 25/05/23 | F56 | 106 | F | Adulte | Feuille vert claire | Pluie vers 5h/6h du Matin, sec en journée | S 14°23.077'E 047°45.412' | Fragment Ilahemaro | RF 23 : 3F et 2M |
| 25/05/23 | F57 | 108 | F | Adulte | Feuille vert claire | Pluie vers 5h/6h du Matin, sec en journée | S 14°23.077'E 047°45.412' | Fragment Ilahemaro | RF 23 : 3F et 2M |
| 13/06/23 | F58 | 109 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°18.640'E 047°54.450' | Anguidroabe | RF 24 : 2M et 3F |
| 13/06/23 | F59 | 112 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°18.640'E 047°54.450' | Anguidroabe | RF 24 : 2M et 3F |
| 13/06/23 | F60 | 113 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°18.640'E 047°54.450' | Anguidroabe | RF 24 : 2M et 3F |
| 13/06/23 | F61 | 116 | M | Adulte | Feuille vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°18.044'E 047°54.260' | Anguidroabe | RF 26 : 2F & 1M |
| 13/06/23 | F62 | 117 | F | Adulte | Feuille vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°18.314'E 047°54.55' | Anguidroabe | RF 27 : 2M & 3F |
| 13/06/23 | F63 | 119 | M | Adulte | Fruit + graine | Sec, 24 à 32 °C | S 14°19.211'E 047°54.605' | Anguidroabe | RF 28 : 3M & 1F |
| 13/06/23 | F64 | 120 | M | Adulte | Marron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°19.211'E 047°54.605' | Anguidroabe | RF 28 : 3M & 1F |
| 13/06/23 | F65 | 123 | M | Adulte | Marron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°19.274'E 047°54.887' | Anguidroabe | RF 30 : 2M |
| 15/06/23 | F66 | 124 | F | Adulte | Marron | Sec, 24 à 32 °C | S 14°18.642'E 047°54.550' | Anguidroabe | RF 31 : 1F |
| 16/06/23 | F67 | 125 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.853'E 047°46.477' | Andrafiamisymandy | RF 32 : 1M & 7F |
| 16/06/23 | F68 | 126 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.853'E 047°46.477' | Andrafiamisymandy | RF 32 : 1M & 7F |
| 17/06/23 | F69 | 127 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.286'E 047°44.993' | Andrafiavony | RF33 : 2M & 2F |
| 17/06/23 | F70 | 128 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.286'E 047°44.993' | Andrafiavony | RF33 : 2M & 2F |
| 23/06/23 | F71 | 131 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.501'E 047°45.037' | Andrafiatoka | RF 35 : 3M & 3F |
| 23/06/23 | F72 | 132 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.501'E 047°45.037' | Andrafiatoka | RF 35 : 3M & 3F |
| 23/06/23 | F73 | 133 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.501'E 047°45.037' | Andrafiatoka | RF 35 : 3M & 3F |
| 24/06/23 | F74 | 135 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.440'E 047°45.69' | Fragment zone I | RF 37 : 1M & 2F |
| 24/06/23 | F75 | 136 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.432'E 047°45.639' | Fragment zone I | RF 36 : 3M & 4F |
| 24/06/23 | F76 | 138 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.432'E 047°45.639' | Fragment zone I | RF 36 : 3M & 4F |
| 24/06/23 | F77 | 139 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.432'E 047°45.639' | Fragment zone I | RF 36 : 3M & 4F |
| 24/06/23 | F78 | 140 | F | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°22.432'E 047°45.639' | Fragment zone I | RF 36 : 3M & 4F |
| 28/06/23 | F79 | 142 | M | Adulte | Feuille vert foncé | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.261'E 047°45.523' | Fragment Ilahemaro | RF 38 : 2M |
| 28/06/23 | F80 | 143 | M | Adulte | Feuille vert claire | Sec, 24 à 32 °C | S 14°23.263'E 047°45.518' | Fragment Ilahemaro | RF 39 : 3M & 2F |

ANNEXE 2 - Tableau 4 : données brutes relatives aux analyses coprologiques

| Date Analyse | Code flotac | code collect | Sexe | Forêt | Echantillon (g) | Parasite | Lecture | Quantité œufs |
|--------------|-------------|--------------|------|----------------------|-----------------|----------------------------------|---------|---------------|
| 15/05/23 | F1 | O16 | M | Matthias | 0,5 | Callistoura spp | 4 œufs | 80 o.p.g |
| 15/05/23 | F2 | O18 | M | Matthias | 0,8 | négatif | 0 | 0 |
| 15/05/23 | F3 | O19 | M | Matthias | 0,7 | Callistoura spp | 2 œufs | 28 o.p.g |
| 15/05/23 | F4 | O20 | F | Matthias | 0,5 | Callistoura spp | 2 œufs | 35 o.p.g |
| 15/05/23 | F5 | O21 | F | Matthias | 0,7 | Callistoura spp | 2 œufs | 25 o.p.g |
| 15/05/2023 | F6 | O22 | | Matthias | 0,8 | Lemuricola | 1 œuf | 12 o.p.g |
| 15/05/2023 | F7 | O23 | | Matthias | 1,4 | Négatif | 0 | 0 |
| 15/05/2023 | F8 | O25 | F | Matthias | 0,4 | Négatif | 0 | 0 |
| 15/05/2023 | F9 | O27 | | Matthias | 0,7 | Lemuricola | 1 œuf | 14 o.p.g |
| 15/05/2023 | F10 | O28 | | Matthias | 1,6 | Lemuricola | 3 œufs | 18 o.p.g |
| 15/05/2023 | F11 | O31 | F | Matthias | 1 | négatif | 0 | 0 |
| | | | | | | Callistoura spp | 16 œufs | 177 o.p.g |
| 15/05/23 | F12 | O32 | M | Matthias | 0,9 | Lemuricola | 1 œuf | 11 o.p.g |
| 16/05/23 | F13 | O33 | F | Matthias | 0,6 | négatif | 0 | 0 |
| 16/05/23 | F14 | O36 | M | Guy II | 0,5 | Callistoura spp | 54 œufs | 1080 o.p.g |
| 16/05/23 | F15 | O39 | M | Guy II | 1,1 | négatif | 0 | 0 |
| 16/05/23 | F16 | O37 | M | Guy II | 0,6 | négatif | 0 | 0 |
| 17/05/23 | F17 | O41 | M | Matthias | 0,6 | négatif | 0 | 0 |
| 17/05/23 | F18 | O44 | F | Matthias | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 17/05/23 | F19 | O45 | M | Matthias | 1,4 | Callistoura spp | 26 œufs | 185 o.p.g |
| 17/05/23 | F20 | O46 | | | | Callistoura spp | 16 œufs | 266 o.p.g |
| | | | M | Matthias | 0,6 | Autre nématode (parasite plante) | 10 œufs | 166 o.p.g |
| 17/05/23 | F21 | O47 | M | Matthias | 0,5 | Autre nématode (parasite plante) | 2 œufs | 40 o.p.g |
| 17/05/23 | F22 | O48 | F | Matthias | 1,2 | Callistoura spp | 129 | 1075 o.p.g |
| 18/05/23 | F23 | O57 | M | Zone III | 0,6 | Callistoura spp | 11 œufs | 183 o.p.g |
| 18/05/23 | F24 | O63 | F | Guy I | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F25 | O64 | F | Guy I | 0,6 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F26 | O65 | M | Guy I | 0,7 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F27 | O66 | M | Guy I | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F28 | O68 | M | Guy II | 2,4 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F29 | O69 | M | Guy II | 0,7 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F30 | O70 | M | Guy II | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F31 | O74 | F | Station de recherche | 1,4 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F32 | O77 | F | Station de recherche | 1,5 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F33 | O78 | M | Station de recherche | 1,5 | négatif | 0 | 0 |
| 18/05/23 | F34 | O80 | M | Station de recherche | 2 | Lemuricola | 11 œufs | 55 o.p.g |
| 22/05/23 | F35 | O82 | M | Bepamendry | 0,6 | Lemuricola | 35 œufs | 583 o.p.g |
| 22/05/23 | F36 | O83 | F | Bepamendry | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 22/05/23 | F37 | O84 | F | Bepamendry | 1,7 | négatif | 0 | 0 |
| 22/05/23 | F38 | O86 | M | Bepamendry | 0,9 | négatif | 0 | 0 |
| 23/05/23 | F39 | O88 | F | Angidroabe | 3,4 | négatif | 0 | 0 |
| 23/05/23 | F40 | O89 | F | Angidroabe | 0,6 | Lemuricola | 1 œuf | 16 o.p.g |

| | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|---|---------------------|-----|-----------------|---------|-----------|
| 23/05/23 | F41 | O90 | F | Angidroabe | 1,2 | Callistoura spp | 10 œufs | 83 o.p.g |
| 23/05/23 | F42 | O91 | M | Angidroabe | 1,8 | négatif | 0 | 0 |
| 23/05/23 | F43 | O92 | M | Angidroabe | 1,5 | Callistoura spp | 1 œuf | 6 o.p.g |
| 23/05/23 | F44 | O93 | M | Angidroabe | 1 | négatif | 0 | 0 |
| 24/05/23 | F45 | O94 | M | Lavakola | 1,2 | négatif | 0 | 0 |
| 24/05/23 | F46 | O95 | M | Lavakola | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 24/05/23 | F47 | O96 | M | Lavakola | 2,1 | négatif | 0 | 0 |
| 24/05/23 | F48 | O97 | M | Lavakola | 0,6 | négatif | 0 | 0 |
| 24/05/23 | F49 | O98 | M | Lavakola | 0,6 | négatif | 0 | 0 |
| 24/05/23 | F50 | O99 | F | Lavakola | 0,8 | Lemuricola | 3 œufs | 37 o.p.g |
| 24/05/23 | F51 | 101 | F | Lavakola | 0,8 | négatif | 0 | 0 |
| 25/05/23 | F52 | 102 | M | Ilahemaro | 3,2 | négatif | 0 | 0 |
| 25/05/23 | F53 | 103 | F | Ilahemaro | 0,9 | négatif | 0 | 0 |
| 25/05/23 | F54 | 104 | M | Ilahemaro | 3,1 | négatif | 0 | 0 |
| 25/05/23 | F55 | 105 | F | Ilahemaro | 1 | négatif | 0 | 0 |
| 25/05/23 | F56 | 106 | F | Ilahemaro | 3,2 | négatif | 0 | 0 |
| 25/05/23 | F57 | 108 | F | Ilahemaro | 1,9 | négatif | 0 | 0 |
| 13/06/23 | F58 | 109 | M | Anguidroabe | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 13/06/23 | F59 | 112 | F | Anguidroabe | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 13/06/23 | F60 | 113 | F | Anguidroabe | 0,2 | négatif | 0 | 0 |
| 13/06/23 | F61 | 116 | M | Anguidroabe | 0,3 | Callistoura spp | 6 œufs | 200 o.p.g |
| 15/06/23 | F62 | 117 | F | Anguidroabe | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 11/06/23 | F63 | 119 | M | Anguidroabe | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 11/06/23 | F64 | 120 | M | Anguidroabe | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 11/06/23 | F65 | 123 | M | Anguidroabe | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 15/06/23 | F66 | 124 | F | Anguidroabe | 0,9 | négatif | 0 | 0 |
| 16/06/23 | F67 | 125 | F | Andrafiamisimalandy | 1,2 | négatif | 0 | 0 |
| 16/06/23 | F68 | 126 | F | Andrafiamisimalandy | 1 | négatif | 0 | 0 |
| 17/06/23 | F69 | 127 | F | Andrafiavony | 2,6 | Lémuricola | 15 œufs | 57 o.p.g |
| 17/06/23 | F70 | 128 | M | Andrafiavony | 2,7 | Lémuricola | 16 œufs | 55 o.p.g |
| 23/06/23 | F71 | 131 | F | Andrafiatoka | 0,7 | négatif | 0 | 0 |
| 23/06/23 | F72 | 132 | F | Andrafiatoka | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 23/06/23 | F73 | 133 | M | Andrafiatoka | 2,3 | négatif | 0 | 0 |
| 24/06/23 | F74 | 135 | M | Zone I | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 24/06/23 | F75 | 136 | M | Zone I | 2,5 | négatif | 0 | 0 |
| 24/06/23 | F76 | 138 | F | Zone I | 0,2 | négatif | 0 | 0 |
| 24/06/23 | F77 | 139 | M | Zone I | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 24/06/23 | F78 | 140 | F | Zone I | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 28/06/23 | F79 | 142 | M | Ilahemaro | 1,1 | négatif | 0 | 0 |
| 28/06/23 | F80 | 143 | M | Ilahemaro | 0,3 | négatif | 0 | 0 |


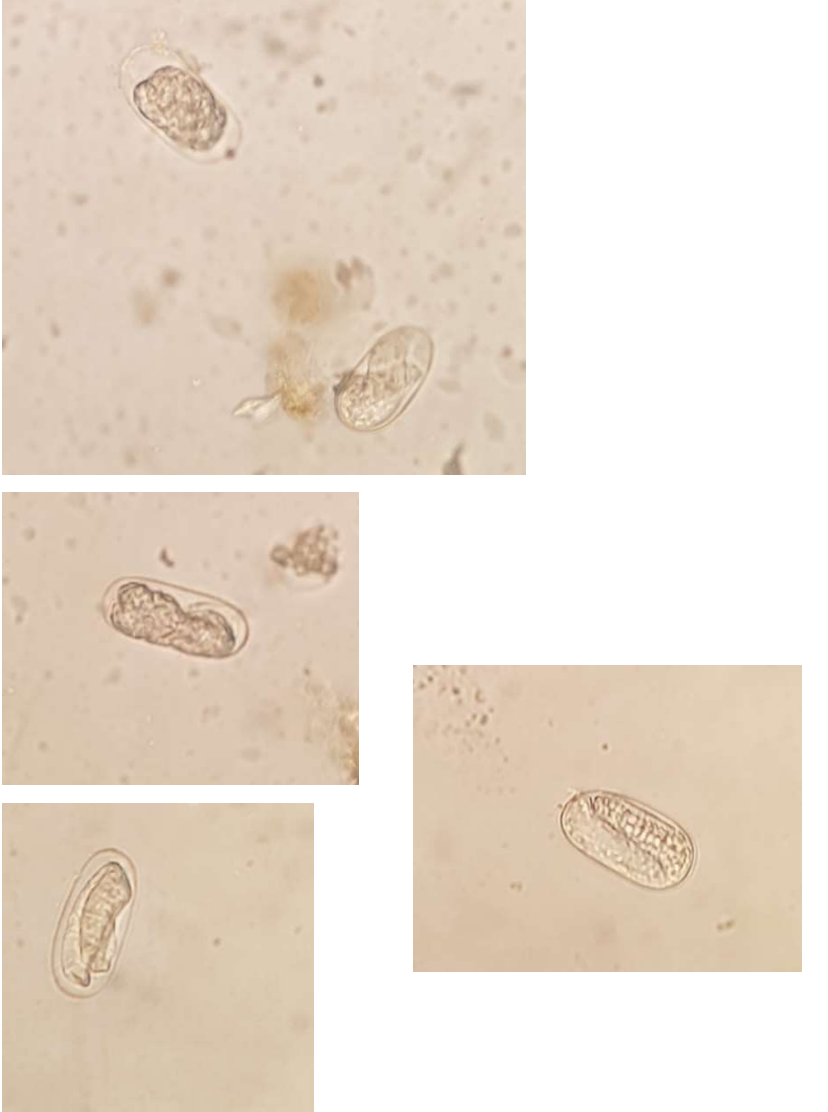
| | | | | | | | | |
|----------|------|-----|---|----------------------|-----|-----------------|-------|----------|
| 28/06/23 | F81 | 144 | M | Ilahemaro | 1,2 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F82 | 147 | F | Matthias | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F83 | 149 | F | Matthias | 0,9 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F84 | 150 | F | Matthias | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F85 | 151 | M | Matthias | 0,2 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F86 | 152 | F | Matthias | 3 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F87 | 153 | M | Matthias | 1 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F88 | 155 | M | Matthias | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F89 | 156 | M | Matthias | 0,9 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F90 | 157 | F | Matthias | 1,3 | négatif | 0 | 0 |
| 29/06/23 | F91 | 158 | M | Matthias | 1,5 | négatif | 0 | 0 |
| 30/06/23 | F92 | 160 | F | Matthias | 1,2 | négatif | 0 | 0 |
| 30/06/23 | F93 | 162 | M | Matthias | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 30/06/23 | F94 | 165 | F | Matthias | 0,9 | Callistoura spp | 1 œuf | 11 o.p.g |
| 30/06/23 | F95 | 166 | M | Matthias | 1,1 | Négatif | 0 | 0 |
| 30/06/23 | F96 | 167 | M | Matthias | 0,3 | Callistoura spp | 1 œuf | 33 o.p.g |
| 30/06/23 | F97 | 168 | M | Matthias | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 30/06/23 | F98 | 169 | F | Matthias | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 30/06/23 | F99 | 171 | F | Matthias | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 30/06/23 | F100 | 173 | M | Matthias | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 30/06/23 | F101 | 174 | M | Matthias | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F102 | 175 | F | Lavakola | 1,6 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F103 | 177 | M | Lavakola | 1,9 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F104 | 178 | M | Lavakola | 0,9 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F105 | 179 | F | Lavakola | 1,1 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F106 | 180 | M | Lavakola | 1,3 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F107 | 182 | F | Lavakola | 0,6 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F108 | 184 | F | Lavakola | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F109 | 187 | F | Lavakola | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 02/07/23 | F110 | 188 | F | Lavakola | 0,7 | négatif | 0 | 0 |
| 03/07/23 | F111 | 189 | F | Zone II | 1,6 | négatif | 0 | 0 |
| 03/07/23 | F112 | 190 | M | Zone II | 1 | négatif | 0 | 0 |
| 03/07/23 | F113 | 191 | M | Zone II | 0,3 | négatif | 0 | 0 |
| 03/07/23 | F114 | 192 | F | Zone II | 0,4 | négatif | 0 | 0 |
| 03/07/23 | F115 | 193 | M | Zone II | 0,8 | négatif | 0 | 0 |
| 03/07/23 | F116 | 194 | F | Station de recherche | 2,3 | négatif | 0 | 0 |
| 04/07/23 | F117 | 195 | F | Station de recherche | 1,8 | négatif | 0 | 0 |
| 04/07/23 | F118 | 196 | F | Station de recherche | 1 | négatif | 0 | 0 |
| 04/07/23 | F119 | 197 | F | Station de recherche | 0,5 | négatif | 0 | 0 |
| 04/07/23 | F120 | 198 | F | Station de recherche | 1,2 | négatif | 0 | 0 |
| 04/07/23 | F121 | 200 | M | Station de recherche | 0,2 | négatif | 0 | 0 |

ANNEXE 3 - Tableau 5 : données relatives aux indices abondance kilométriques

| Zone I, Zone II | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------|-------------|--------------|---------|----------------|-----------|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------|
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse (km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 20/06/23 | A | 14:58:00 | 1000 | 1h | 1 | 2 | S14°22.635' E047°46.777' | 900 | 5 | 2F |
| | | | | | | 2 | S14°22.441' E047°45.863' | 130 | 0 | 1F & 1M |
| 21/06/23 | B | 14:46:00 | 1150 | 1h30min | 0,9 | 2 | S14°22.463' E047°45.991' | 430 | 0 | 2M |
| | | | | | | 12 | S14°22.319' E047°45.732' | 470 | 10 | 6F & 6M |
| 21/06/23 | O | 13:38:00 | 620 | 40min | 0,9 | 3 | S14°22.379' E047°45.739' | 500 | 0 | 2M & 1F |
| | | | | | | | | | | |
| Nora, Andrafiatoka | | | | | | | | | | |
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse (km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 22/06/23 | R | 07:22:00 | 750 | 45 min | 1 | 0 | / | / | / | / |
| 22/06/23 | C | 09:12:00 | 650 | 45 min | 0,8 | 5 | S14°22.810' E047°45.438' | 160 | 80 | 2F & 3M |
| 22/06/23 | Q | 10:21:00 | 700 | 45 min | 0,9 | 6 | S14°22.501' E047°45.037' | 300 | 0 | 3F & 3M |
| Andrafiavony, Anguidroabe | | | | | | | | | | |
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse (km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 10/07/23 | D | 09:01:00 | 1140 | 1h | 1,1 | 0 | / | / | / | / |
| 10/07/23 | S | 10:14:00 | 900 | 50 min | 1,1 | 0 | / | / | / | / |
| 10/07/23 | I | 07:39:00 | 1080 | 1h10min | 0,9 | 4 | S14°22.050' E047°44.279' | 460 | 0 | 2F & 2M |
| Bepamandry | | | | | | | | | | |
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse (km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 18/06/23 | T | 14:02:00 | 600 | 35min | 1 | 0 | / | / | / | / |
| 18/06/23 | E | 07:40:00 | 980 | 1h | 1 | 2 | S14°21.973' E047°45.526' | 20 | 10 | 2M |
| Ilahemaro | | | | | | | | | | |
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse (km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 08/07/23 | U | 07:02:00 | 580 | 50 min | 0,7 | 0 | / | / | / | / |
| 08/07/23 | F | 07:58:00 | 910 | 1h | 0,9 | 3 | S14°22.993' E047°45.291' | 60 | 7 | 1F & 2M |

| Lavakola | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|-------------|--------------|---------|----------------|-----------|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------|
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse (km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 11/07/23 | G | 08:15:00 | 700 | 1h | 0,7 | 3 | S14°23.535' E047°45.648' | 40 | 0 | 1F & 3M |
| | | | | | | 4 | S14°23.566' E047°45.670' | 190 | 18 | 2F & 2M |
| 11/07/23 | V | 14:09:00 | 790 | 50 min | 0,9 | 4 | S14°23.379' E047°45.674' | 70 | 22 | 3F & 1M |
| | | | | | | 1 | S14°23.385' E047°45.683' | 290 | 0 | 1F |
| | | | | | | 1 | S14°23.384' E047°45.688' | 380 | 22 | 1F |
| Matthias | | | | | | | | | | |
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse(km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 05/07/23 | P | 13:35:00 | 1025 | 1h30min | 0,6 | 8 | S14°23.428' E047°46.094' | 940 | 15 | 3F & 5M |
| | | | | | | 6 | S14°23.405' E047°46.944' | 110 | 23 | 3F & 3M |
| | | | | | | 2 | S14°23.339' E047°45.970' | 250 | 0 | 2F |
| | | | | | | 4 | S14°23.321' E047°45.940' | 440 | 10 | 2F & 2M |
| | | | | | | 2 | S14°23.190' E047°45.889' | 550 | 15 | 1F & 1M |
| | | | | | | 6 | S14°23.169' E047°45.965' | 720 | 10 | 1F & 5M |
| | | | | | | 5 | S14°23.100' E047°46.044' | 1000 | 20 | 2F & 3M |
| | | | | | | | | | | |
| Andrafiamisimalandy | | | | | | | | | | |
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse (km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 21/06/23 | N | 07:51:00 | 650 | 45min | 0,9 | 0 | / | / | / | / |
| 21/06/23 | J | 08:52:00 | 980 | 1h10min | 0,8 | 1 | S14°22.898' E047°46.436' | 820 | 25 | 1M |
| Mélanie (K), zone III (| | | | | | | | | | |
| Date | Trajet | Heure début | Longeure (m) | Durée | Vitesse (km/h) | Lémuriens | | | | |
| | | | | | | Nombre | GPS | L transect (m) | Distance [⊥] (m) | Distribution |
| 19/06/23 | K | 13:25:00 | 1130 | 1h30min | 0,8 | 4 | S14°22.699' E047°46.215' | 895 | 30 | 1F & 3M |
| 19/06/23 | L | 15:00:00 | 570 | 37 min | 0,9 | 0 | / | / | / | / |

ANNEXE 4 : Autres parasites observés lors des analyses sur le terrain à l'aide du dispositif mini Flotac

| | |
|---|---|
| <p>Acarien observé au microscope optique grossi × 100</p> |  |
| <p>Images compatibles avec des œufs de <i>Ditylenchus dipsaci</i> observé au microscope optique grossi × 400</p> <p><i>Ditylenchus dipsaci</i> est un nématode des tiges et des bulbes qui est parasite de plus de 400 espèces végétales, dont la betterave, les haricots (genre <i>Phaseolus</i>), les pois (genre <i>Pisum</i>), les fèves (<i>Vicia faba</i>), l'oignon (<i>Allium cepa</i>) et l'ail (<i>Allium sativum</i>).</p> |  |

SUIVI DE L'INFESTATION PAR DES OXYURES CHEZ LE LEMURIEN AUX YEUX TURQUOISE *EULEMUR FLAVIFRONS* AU PARC NATIONAL DE SAHAMALAZA - ILE RADAMA (MADAGASCAR)

Sonia Antoine

Mots-clés : *Eulemur flavifrons*, étude coprologique, conservation, mini flotac.

Résumé : Le Lémurien aux yeux turquoise (*Eulemur flavifrons*), présent dans le parc national de Sahamalaza à Madagascar, est classé en danger critique d'extinction par l'IUCN. Cette espèce est principalement menacée par la destruction de son habitat due à l'exploitation non durable des ressources naturelles. Les parasites, en tant que composants essentiels des écosystèmes, jouent un rôle important dans le maintien de leurs équilibres. Des recherches antérieures au parc national de Sahamalaza-île Radama ont révélé des différences significatives dans les communautés parasitaires internes des lémuriens selon qu'ils vivent dans une forêt dégradée et fragmentée ou dans une forêt mixte mature. Cependant, les parasites d'*E. flavifrons* restent peu étudiés, et leur biologie est encore méconnue. Dans le cadre de cette étude, de nouvelles données sur la charge parasitaire des lémuriens de Sahamalaza seront collectées, en explorant les facteurs et mécanismes influençant l'intensité de l'infestation parasitaire. Deux facteurs principaux sont étudiés : la saison, avec des échantillons prélevés à la fin de la saison des pluies et durant la saison sèche ; et la densité de population, estimée par des indices d'abondance de l'hôte, puis comparée aux données d'infestation parasitaire. Les analyses coprologiques ont été réalisées à l'aide de kits mini-Flotac, compacts et adaptés au travail de terrain. Les parasites observés, appartenant aux genres *Callistoura* et *Lemuricola* (famille des Oxyuridae), montrent des tendances saisonnières : l'infestation par *Callistoura* est plus fréquente durant la saison des pluies, tandis que celle par *Lemuricola* ne semble pas influencée par la saison. Enfin, les résultats ne révèlent pas de corrélation entre la présence des parasites et l'abondance de la population de lémuriens aux yeux turquoise.

MONITORING PINWORM INFESTATION IN THE TURQUOISE-EYED LEMUR *EULEMUR FLAVIFRONS* IN SAHAMALAZA NATIONAL PARK - RADAMA ISLAND (MADAGASCAR)

Key words : *Eulemur flavifrons*, coprological study, conservation, miniflotac

Summary : The Blue Eyed Black Lemur (*Eulemur flavifrons*) is a non-human primate species found in Sahamalaza National Park (Madagascar) and classified by the IUCN as critically endangered. It is mainly threatened by the destruction of its habitat due to the unsustainable resources harvest. Parasites form a full part entity within ecosystems and play a role in maintaining balances that govern them. Previous work carried out in Sahamalaza National Park have observed significant differences in the internal parasite population of lemurs living in degraded and fragmented forest compared with those living in mature mixed forest. The parasites of *E. flavifrons* have not been much studied and their biology is poorly understood. To update those previous studies, the project presented here focused on gathering new data on the parasite load of lemurs in Sahamalaza National Park, with particular emphasis on the factors and mechanisms that can influence the intensity of parasite infestation. In particular, we sought to evaluate two factors: seasonality, with part of the samples collected at the end of the rainy season and another part collected during the dry season, and lemur population density, with calculations of the index of abundance of the host species, which were then compared with the data collected during the rainy season. The observed parasites, belonging to the genera *Callistoura* and *Lemuricola* (family Oxyuridae), show seasonal trends: infestation by *Callistoura* is more frequent during the rainy season, while infestation by *Lemuricola* does not appear to be influenced by the season. Finally, the results reveal no correlation between the presence of parasites and the abundance of the blue-eyed black lemur population.